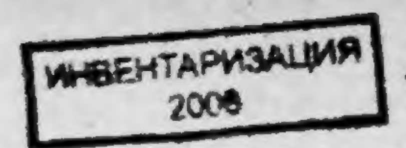
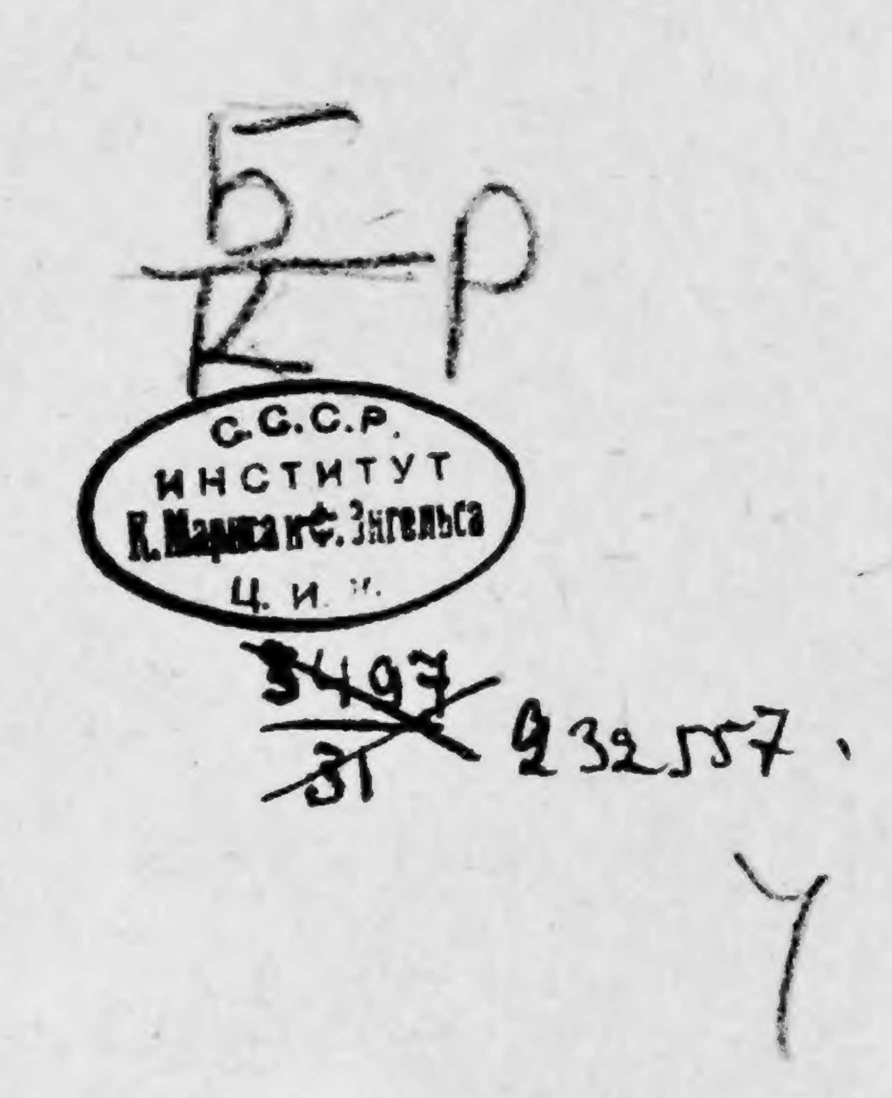
проф. Н. КАМЕНЬЩИКОВ

АСТРОНОМИЯ БЕЗБОЖНИКА

ОГИЗ · ПРИБОЙ · 1931

АСТРОНОМИЯ БЕЗБОЖНИКА





Б—1. Огиз № 13378.

Ленинградский Областлит № 3527 Тираж 15000—18½ л. Заказ № 2107.

Государственная типография им. Евг. Соколовой. Ленинград, пр. Кр. Командиров, 29.

ПРЕДИСЛОВИЕ.

Рабочий класс, укрепив свою власть после Октябрьской революции на одной шестой части земного шара, стремится овладеть строго научным, атеистическим мировоззрением.

Одной из основ материализма является прежде всего естествознание, а одна из главнейших наук естествознания—астрономия.

Астрономия вовсе не далека от жизни, как это кажется обывателям. Астрономия, как и всякая наука, выросла из практических материальных нужд человека. Рост производительных сил и соответствующие завоевания в области техники все время влияли и влияют на развитие астрономической науки. А развитие астрономии, в свою очередь, является мощным фактором в раскрепощении человеческой мысли от пут средневековой религиозной догматики, служившей орудием угнетения и насилия эксплоататорских классов над трудящимися в эпоху феодализма и капитализма.

Астрономия открывает нам глаза на окружающий нас мир, расширяет наш горизонт, уводит нас все глубже и дальше в необъятные просторы вселенной. Астрономия особенно ярко выявляет всю мощь человеческого ума и убивает всякую веру в сверхъестественное и божественное.

„Астрономия безбожника“ дает современный астрономический материал, изложенный с точки зрения воинствующего атеизма. Она рассчитана на широкие читательские массы. Моя задача была не столько учить, сколько заинтересовать, чтобы читатель сам захотел учиться.

Читатель должен воспринимать материал, даваемый в этой книге, не как непреложные истины. Наши знания все время находятся в процессе своего развития, в том и заключается одна из особенностей научного материалистического мировоззрения в противоположность догматизму мировоззрения религиозного.

Науку о небе — астрономию попы и сектанты пытаются использовать в своей борьбе с атеизмом, и активисту-безбожнику нужно иметь достаточно сведений из этой науки. В этой книге он найдет эти сведения.

В этой книге дано представление о мире великих звездных систем. Здесь нарисована картина мироздания. Здесь показано, как устроена вселенная, какие в ней происходят движения и изменения, какое место в ней занимают Земля и человек. В этой постоянной эволюции вселенной нет места богу, сверхъестественным силам и чудесам.

Проф. *Н. Каменьщиков.*

Ленинград.
Август. 13-й год революции.

ВВЕДЕНИЕ.

РЕЛИГИОЗНОЕ МИРОВОЗЗРЕНИЕ И МИРОВОЗЗРЕНИЕ БЕЗБОЖНОЕ.

Выводами науки в буржуазных странах пользуется только небольшая кучка людей, составляющая господствующий класс.

Господствующий класс, захватив в свои руки орудия производства, всегда захватывал и науку. Поэтому еще в древние времена наука была сосредоточена у жрецов и преподавалась в храмах лишь немногим избранным. Ремесло и физический труд тогда презирались, существовала резкая грань между рабами, „на шкуре своей наблюдавшими природу", и господами, на досуге занимавшимися отвлеченными умозрениями. Самое знание было окутано божественной тайной, доступной лишь праведникам-мудрецам, иначе говоря, жрецам-эксплоататорам. Эти эксплоататоры сделали все, чтобы воспрепятствовать широкому распространению знания. Карали смертью всякого, кто проникал в касту жрецов и таким путем старался изведать этой „божественной мудрости".

Астрономические наблюдения были в то время связаны с религиозными обрядами. Наблюдение неба носило характер священного таинства, участвовать в котором могут только посвященные. Эти посвященные — жрецы — обладали профессиональной тайной, которую всячески оберегали и передавали только членам своей касты. Только каста жрецов владела всей этой священной мудростью.

С расцветом могущества Римско-Византийской империи появились владельцы огромных поместий. Эти поместия обрабатывали рабы. Государство жило, главным образом, трудом рабов. Классовая борьба приобрела

тогда особую остроту и часто переходила в гражданские войны. Для усмирения бунтовавших рабов и крестьян правящий класс выдвинул всесильного самодержца-царя как земного бога. Вместо языческих жрецов на помощь правящему классу пришла новая могучая угнетательская организация — христианская церковь.

Церковь стала успокаивать бунтующихся рабов, обещая им „блаженство на небеси в царствии божием". Появилась новая стройная система обработки мозгов трудящихся, основанная на дублировании мира и человеческой личности: „этот мир земной" и „тот свет — царство небесное", тело и душа. Здесь, на земле, все тяготы, там — на небе — блаженство.

Существующий государственный строй объявили установленным богом. Всякая борьба против него была грехом. Все ужасы этого строя для трудящихся — голод, нищета, эпидемии, притеснения эксплоататоров — все это нужно было терпеливо сносить, ибо за это будет „великая награда на небеси".

При таком миропонимании основной добродетелью является терпение, непротивление злу, кротость, прощение обид, любовь к врагам и обижающим, т. е. как раз все те чувства, которые нужно внушить эксплоатируемым массам. Эта противоречащая классовым интересам трудящихся система не может быть оправдана разумом и наукой. Поэтому нужно было усыпить разум и опереться только на чувство. Следовательно, наукой нужно было запретить заниматься.

Знание природы, искание ее законов, научное исследование—все это считается „гордыней человеческого ума", противобожеским, противоречащим христианскому учению — „блаженны нищие духом, ибо их есть царство небесное".

Чтобы лучше эксплоатировать трудящихся, правящие классы вместе с церковью стремились затемнить рассудок трудящихся масс и вызвать большую покорность, проповедуя им рабскую мораль христианства.

Эту систему порабощения правящие классы перенесли под видом распространения христианства и в те страны, с которыми Византийская империя воевала или торговала. Таким образом, в Европе в средние века установилась пора полного умственного застоя и мрака.

Высшей наукой в Европе стало богословие. Наблюдением и изучением природы не занимались. Научным мировоззрением было лишь то, что не противоречит „священному писанию“.

В средние века астрономия играет роль, главным образом, астрологии — псевдо-науки, основанной на убеждении, что небесные светила будто бы имеют влияние на человека, на его жизнь и работу. Тогда феодалы — короли — крупные разбойники держали у себя астролога — придворного астронома, на обязанности которого было делать предсказания, основанные на положении светил на небе.

Короли, князья, цари, императоры и папа римский не ограничивались одним астрономом-астрологом, а постепенно завели у себя целый штат астрономов — придворные обсерватории, на манер придворных певческих капелл. Эти обсерватории строились около столиц, часто вопреки климатическим условиям и наперекор здравому смыслу. Даже в поздние времена наша Пулковская обсерватория была построена в очень неудобном для наблюдений месте, под Петербургом, по прихоти Николая I, пожелавшего иметь во что бы то ни стало свою императорскую обсерваторию — около своего императорского двора.

А что имели от этого широкие народные массы? Народ оставался в темноте. Ему были незнакомы завоевания науки, законы природы. Поэтому, неудивительно, что народные массы объясняли самые обыкновенные явления природы вмешательством божества, чудом или действием каких-то сверхъестественных сил. Темный народ, скованный массой предрассудков и суеверий, с ужасом смотрел на солнечное или лунное затмения, на появление кометы и новой яркой звезды, на падение метеорита — большого огненного небесного камня. Во всем этом видел он гнев божий, посланные богом предзнаменования тех несчастий — смерть, войны, болезни, — которые ожидаются. И нес народ попам для умилостивления бога „великие и богатые жертвы“.

Вся эта народная темнота до сих пор еще окончательно не изжита. Легче управлять глупой, религиозно-настроенной, пассивной массой. Буржуазия всеми способами старается распространять среди широких народ-

ных масс и привить им религиозное мировоззрение: все от бога, ни один волос не упадет с головы человека без воли божией на то. Мир и человечество созданы богом. Буржуазия поддерживает церковь с ее миллионной армией попов и миссионеров, сектантские организации — с их проповедниками, „богову армию спасения“ — со всеми ее генералами и командирами. Все они „Христа славят“, показывают его как пример — идеал для трудящихся — выходцем из рабочей среды — сыном плотника, покорно сносящим все притеснения, мучения и смерть за грехи людей, чтобы дать им жизнь вечную и блаженство в царствии небесном. Очень хитро все это обставлено. Очень тонко обрабатываются мозги трудящихся.

Для укрепления своего господства буржуазия не брезгует никакими средствами. Буржуазия неоднократно старалась доказать массам неизбежность положенной им от бога нищеты, независимо от общественного строя. Когда не действовали на массу библейские сказочки-небылицы, тогда у буржуазии тотчас же появлялись ученые, которые старались „научно“ объяснить исторические события явлениями природы. Например, в 19-м веке *Эр. Миллер* „научно доказывал“ зависимость исторических событий от земного магнетизма, а *Джевонс*, а с ним и некоторые астрономы „научно объясняют“ промышленные кризисы и вспышки революционного движения пятнами на Солнце.

В целях обогащения буржуазии — все средства хороши. И религиозный дурман, и даже извращение научных выводов. Для этого на службе у буржуазии есть „свои люди науки — дипломированные лакеи“, которые сознательно или бессознательно из верных фактов и наблюдений природы делают неверные выводы или просто замалчивают и скрывают научные достижения от народных масс. Буржуазия поощряет только те научные исследования, которые ей выгодны, способствуют ее обогащению, ее военным империалистическим захватам. И только рабочий класс, захватив власть в свои руки, освобождает народные массы от предрассудков, часто вредных и опасных, рассеивает всякую веру в чудесное и сверхъестественное, дает широкую возможность изучать природу и выковывать материалистическое мировоззрение.

В социалистическом обществе потребность в познании будет уделом не кучки привилегированных счастливцев, а всей человеческой массы.

Тогда наука станет доступна для всех, тогда теория и практика, наука и техника будут неразрывно связаны, будут гармонично развиваться, будут одинаково интересовать человека. Тогда всякий человек будет изучать науку, чтобы развивать технику, и развивать технику, чтобы иметь больше досуга для расширения своего мировоззрения, для обобщения данных наблюдения и опыта. Хотя науки и выросли из практических материальных потребностей человеческого общества, но нельзя сводить значение науки исключительно к практической непосредственной пользе. Нужно помнить и об идейной стороне научных достижений, о значении научного материалистического мировоззрения для человека.

Материалистическое мировоззрение — строго научно. Это — единственно правильное, безбожное мировоззрение. Такое мировоззрение делает людей более счастливыми, дает им бо́льшую уверенность и смелость в работе, дерзновение в искании новых путей в строительстве нового быта, лучшей жизни на Земле — социализма. Оно заставляет людей надеяться только на свои силы и знания, а не полагаться на бога, якобы по своему произволу устраивающему нашу жизнь.

Религия учит покорности, непротивлению злу, наука же призывает к борьбе с силами природы, к покорению природы. Наука служит нам, трудящимся, не только для того, чтобы „объяснить мир так или иначе, а чтобы помочь нам изменить его“. Вот в чем заключается разница между религиозным мировоззрением и мировоззрением атеистическим.

ГЛАВА I.

АСТРОНОМИЯ КАК НАУКА И СВЯЗЬ ЕЕ С ПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫМИ СИЛАМИ ОБЩЕСТВА.

До изобретения зрительной трубы. Астрономия так же, как и всякая наука, возникла из условий борьбы человека с природой и развивалась на почве практических потребностей человеческого общества.

Еще во времена родового быта, чтобы ориентироваться в степях со своими стадами, кочевнику приходилось наблюдать звезды — они указывали ему страны горизонта и направляли его стада по безграничным степям и лугам.

Уже в те далекие времена человек умел находить на небе Полярную звезду, знал, что она неподвижна среди звезд и всегда указывает на холодные страны. Созвездия — Большая Медведица, Малая Медведица, Лев, Рысь, Жираф, Дракон, Лебедь, Орел — были уже тогда известны человеку.

Для земледельческого хозяйства нужно было предсказывать смену времени года — весну, лето, осень и зиму. Это заставило человека наблюдать движение Солнца и звезд более подробно. В это время были определены созвездия, составляющие пояс зодиака, между которыми совершается видимое годовое движение Солнца. Была определена продолжительность года, периодичность фаз Луны, изменение точек восхода и захода Солнца и неодинаковая высота Солнца в полдень в разные времена года. А также было замечено изменение вида звездного неба в связи со сменой времен года.

Появление на небе тех или иных звезд указывало человеку на предстоящее изменение времени года и

связанную с этим необходимость тех или других земледельческих работ. Приведем, хотя бы, один пример.

Греческий поэт *Гезиод* (около 800 г. до нашей эры) дает следующие указания для сбора винограда и начала земледельческих работ.

„Когда Орион и Сириус дойдут до середины неба, когда розоперстая Аврора предстанет пред лицом Арктура, тогда собирайте все ваши виноградные гроздья, выставляйте их на Солнце в течение десяти дней и десяти ночей, а потом держите их в тени только пять дней и пять ночей и на шестой день почерпните их сока для возлияния богу Вакху, разливающему в мире радость. Потом, когда Плеяды и царственный Орион перестанут более появляться, не забывайте, что настает время первых полевых работ и что надо начинать новый рабочий год на Земле“.

Наблюдая небо, легко было установить, когда нужно собирать виноград, когда начинать праздники в честь бога Вакха и когда начинать полевые работы— „новый рабочий год на Земле“.

Виноград нужно было собирать, „когда Орион и Сириус дойдут до середины неба, а розоперстая Аврора предстанет перед лицом Арктура“, т. е. Арктур будет виден в лучах утренней зари, а Орион и Сириус тогда будут иметь наибольшую высоту над горизонтом („в середине неба“). Наблюдения этих звезд нам говорят, что это бывает в начале октября, около 12—15 октября. Прибавляя к этому 15 дней, согласно указаний Гезиода, узнаем, что праздники в честь бога Вакха начинались 27—30 октября.

„Новый рабочий год на Земле“, или начало полевых работ, было тогда, „когда Плеяды и царственный Орион перестанут более появляться“, т. е. когда Плеяды и Орион делаются невидимыми и идут по небу вместе с Солнцем. Это происходит в конце апреля. Вот когда начинается „новый рабочий год“ у земледельцев, живущих около Средиземного моря.

С ростом обмена явилась потребность определения положения корабля в море, точного определения места на Земле, точного календаря и времяисчисления — все это требовало еще более точных наблюдений звезд,

Солнца и планет, и тем самым увеличивало наши познания о вселенной.

Интересы производства дали толчок развитию астрономии. Практика породила теорию и двигала ее вперед. Однако, связь между астрономией и состоянием производительных сил общества не так проста, как это, может быть, кажется на первый взгляд.

Астрономия как наука, появилась лишь тогда, когда рост производительных сил освободил время для научных наблюдений. Действительно, обоснование астрономии как науки произошло в эпоху экономического расцвета древней Греции, трудами ученых Великой Александрийской академии, которая, как известно, была основана по мысли Аристотеля, в 4-м веке до нашей эры.

В эту академию стекались ученые со всех уголков земного шара и, живя здесь на государственный счет, должны были учиться и „двигать науку вперед". Большинство ученых этой академии оставило в стороне отвлеченные умозрения и посвятило себя главным образом наблюдениям.

Из этих ученых первый *Аристарх* правильно объяснил смену дня и ночи вращением Земли вокруг своей оси, и он же, задолго до Коперника, учил о движении Земли вокруг Солнца. *Эвклид* открыл основные законы пространства и положил основание геометрии. *Архимед* дал основы механики, физики и математического анализа. *Эратосфен* произвел первое градусное измерение и определил радиус и размеры земного шара. *Гиппарх* усовершенствовал способы производства астрономических наблюдений. Установил основы сферической геометрии, ввел в употребление астрономические координаты, т. е. величины для точного определения положения звезд на небе, и географические координаты для определения положения места на Земле, а также он составил и первый звездный каталог — роспись звезд.

С потерей Египтом самостоятельности наступает упадок деятельности Александрийской академии, а с утверждением христианства, как господствующей религии Александрийская академия прекращает навсегда свою деятельность.

Неудачи восстаний рабов, безысходная тягота рабства, связанная с быстрым вымиранием рабов, отсут-

ствие нового притока их, упадочность античной культуры в эпоху Римско-Византийской империи — вот причины, породившие христианство как религию отречения от мира и самоумерщвления, как религию ожидания после смерти воскресения и блаженства в загробном мире. Как религия, призывавшая рабов к смирению и покорности („раб да повинуется господину своему“), христианство стало скоро популярным и в рабовладельческой среде. А все ускорявшееся падение Римско-Византийской империи и тесно связанное с ним разорение состоятельных слоев общества склоняло и состоятельные классы античного общества к христианству. Так христианство стало господствующей религией.

Хотя церковь и распространяет легенды о так называемых гонениях на христиан, но этому верить нельзя. Теперь наукой доказано, что до середины III века гонений не было вовсе, да и то, что впоследствии называлось гонением, было не преследование религии, а борьба жрецов между собой за власть и влияние. Не христиан преследовали, а как раз наоборот христиане-фанатики нападали на „языческие“ храмы и устраивали погромы.

Так, в конце IV века толпа фанатиков-христиан, под предводительством патриарха Феофила напала на Александрийскую академию, разгромила ее и сожгла ее знаменитую библиотеку, содержащую 700 тысяч рукописей.

Затем, в начале V века подобная же толпа христиан-фанатиков с патриархом Кириллом во главе, причисленным потом церковью к лику святых, уничтожила последние остатки Великой Александрийской академии.

Наконец, Александрийская академия закрывается окончательно императорским декретом в 529 г., запрещающим „языческое обучение“. Вышедший в том же году кодекс Юстиниана содержал среди декретов закон „о злоумышленниках, математиках и тому подобных“; в этом законе „достойное осуждения искусство математики“ воспрещалось окончательно.

В средние века, когда за проповедывание астрономических истин сжигали на кострах, мы имеем налицо плохо развивающуюся технику и феодально-крепостнический строй во главе с помещиком, царем и попом; тогда мысль человеческая была малоподвижна иод‘тпви-

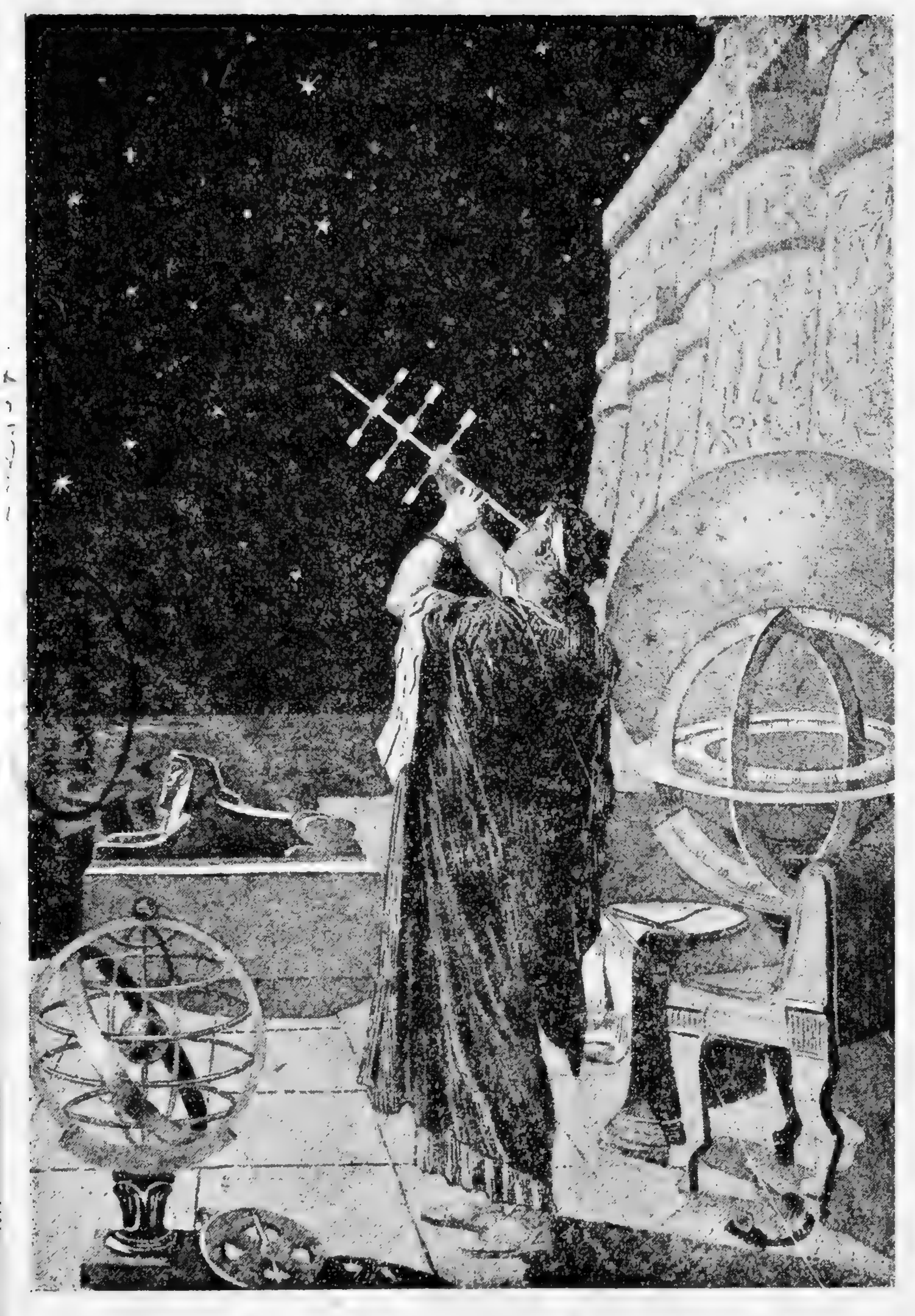


Рис. 1. Астроном Великой Александрийской академии наблюдает при помощи измерительного шеста.

лась всему новому, не занималась изучением природы, а копалась в разных богословских вопросах.

Совсем другое наблюдаем мы во время роста капиталистических отношений. С быстрым ростом техники появились новые отрасли производства, для чего стали необходимы в первую голову механики, инженеры, химики, математики, а богословы и рыцари отошли на второй план.

Этот переворот в технических и экономических условиях вызвал переворот и в науке: от богословия начали переходить к изучению природы путем опыта и наблюдения.

С развитием техники стали развиваться и совершенствоваться орудия производства астрономических наблюдений.

В античном мире была слабо развита техника. Хозяйство, основанное на труде рабов, не побуждало вводить машины, заменяющие ручную работу. Астрономические наблюдения производились при помощи шестов, палок, столбов (обелисков и гномонов). На рис. 1 изображен астроном Великой Александрийской академии, который при помощи *измерительного шеста* находит угловое расстояние звезд. Рядом стоят *армиллярные сферы*, при помощи которых определяли положения звезд на небе.

С улучшением техники стала улучшаться и точность наблюдений. И палочки, шесты и столбы постепенно заменились точно установленными кругами с точным делением. Так в 16-м веке наблюдали при помощи квадранта (см. рис. 2) и достигали уже точности до 10 минут.

Квадрант был главнейший астрономический инструмент 16-го века и оставался таковым вплоть до изобретения зрительной трубы. Однако, наблюдения при помощи квадранта были очень трудны, так как требовали от астронома огромной кропотливой работы, чтобы достигнуть необходимой точности в наблюдениях.

После изобретения зрительной трубы. Изобретение зрительной трубы в начале 17-го века дало возможность еще больше увеличить точность наблюдений. А с увеличением точности наблюдений стали развиваться и наши теоретические познания о строении вселенной. Изобретение зрительной трубы составило эпоху в развитии астрономии. Уже самые первые наблюдения неба

в зрительную трубу открыли перед человеком новые миры, показали ему строение других небесных светил

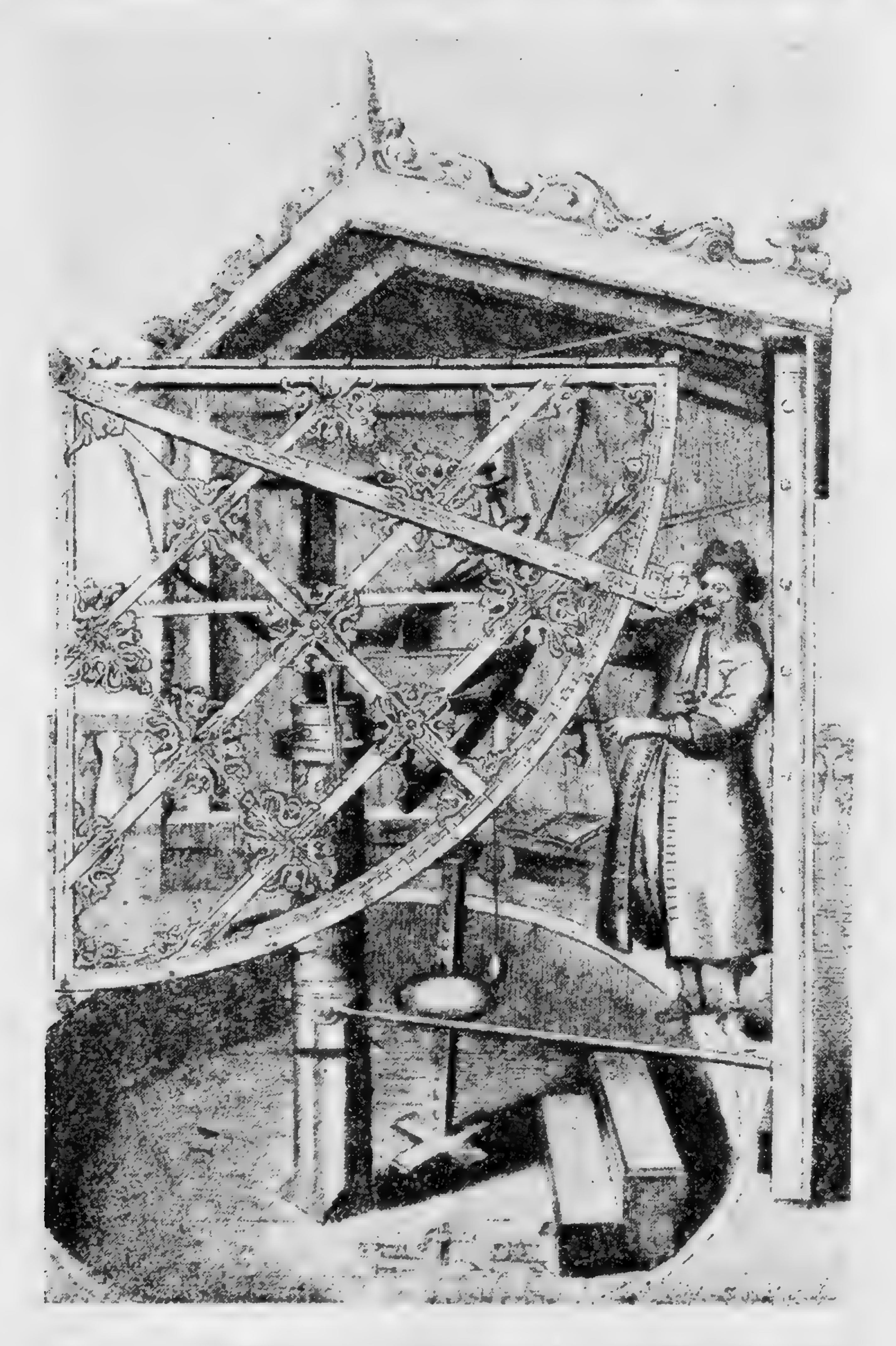


Рис. 2. Квадрант — главнейший астрономический инструмент конца 16-го и начала 17-го веков.

и имели огромное практическое значение для более точных определений мест на Земле, времяисчисления и черчения географических карт.

На рис. 3 изображен во время работы первый гигантский телескоп. Этот телескоп был сооружен астрономом Гевелием в конце 17-го века и назывался *„воздушной трубой Гевелия“*. Телескоп этот был длиною в 60 метров и был действительно колоссальным сооружением для того времени. Но наблюдать такой громадной трубой было очень

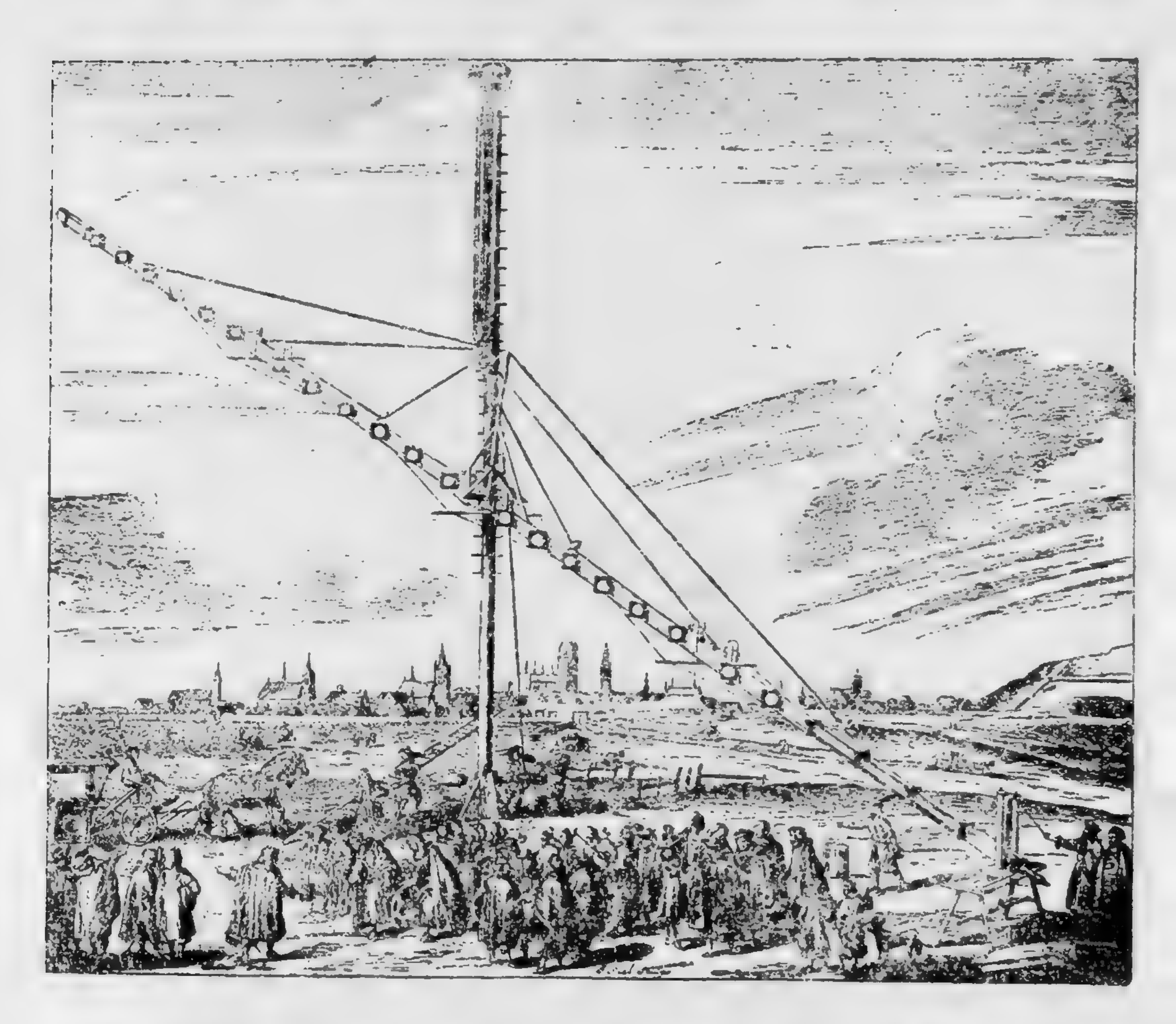


Рис. 3. Воздушная труба Гевелия (конец 17-го века) за работой. Снимок со старинной гравюры.

трудно вследствие плохого еще тогда технического оборудования. Стоило большого труда навести такую трубу на какую-нибудь звезду: звезда быстро выходила из поля зрения трубы, и наведение трубы надо было начинать сначала. Большие телескопы, действительно годные для практических целей, стали сооружать только в конце

18-го века. Так, во второй половине 18-го века английскому астроному-самоучке, Вильяму Гершелю удалось построить несколько зеркальных телескопов с огромным увеличением и допускающих большую точность в наблюдениях.

Самый большой телескоп Гершеля был им построен в 1789 г. и имел зеркало с диаметром в $1^1/_2$ метра и фокусным расстоянием в 12 метров; он давал увеличение в 5 000 раз (см. рис. 4). Только в 1842 г. ирландский астроном Росс построил телескоп еще более сильный, чем телескоп Гершеля, с увеличением в 6 000 раз. С тех пор вплоть до 1900 года не было построено более сильного телескопа.

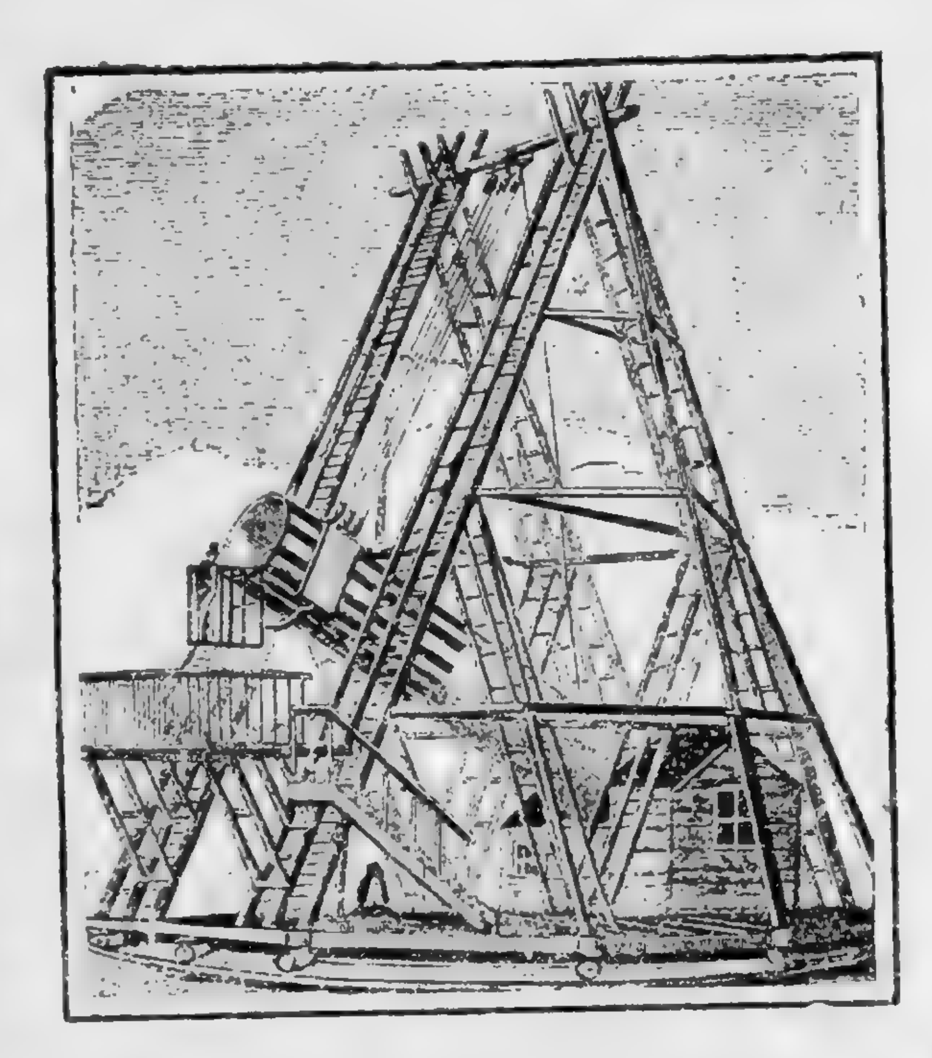


Рис. 4. Зеркальный телескоп-гигант, построенный В. Гершелем в 1789 г.

Величайшие открытия, сделанные Гершелем, были как раз в эпоху Великой Французской революции. В это время развивающемуся капиталу становится тесно и душно, так как вся жизнь общества тогда закостенела в феодальных перегородках. Развивающемуся капиталу мешали остатки средневекового феодализма и дворянская власть.

Для борьбы с феодалами молодой капиталистический класс мобилизует все свои силы. Ученые, литераторы, художники и поэты начинают прославлять свободу. Наступила великая эпоха свободомыслия, ниспровергавшая старые авторитеты.

Великий математик Великой Французской революции *Лаплас* выступил с теорией происхождения миров и образования нашей солнечной системы без помощи господа-бога, а только путем одних механических процессов.

Национальный Конвент французской республики декретировал введение нового революционного календаря, а для получения нормальной единицы измерения прика-

зал астрономам провести градусное измерение. Это знаменитое градусное измерение дало длину метра, как одну десятимиллионную часть четверти парижского меридиана. Эта „взятая из природы" единица длины легла в основу новой, теперь международной метрической системы мер. Она была декретирована Конвентом в 1793 году. Таким образом, более точная и простая система мер и весов была введена согласно производственным и экономическим требованиям эпохи, на основании более точных астрономических и геодезических наблюдений.

В эту же эпоху была открыта Гершелем, при обзоре им неба при помощи одного из своих сильных телескопов, первая из новых планет — Уран.

Открытие этой новой планеты было возможно только потому, что техника достигла определенного развития и дала возможность изготовить более точные и сильные астрономические инструменты.

Математический анализ в то время не был еще в состоянии указать положение на небе этой новой планеты, как это имело место позднее при открытии Нептуна, потому что в распоряжении астрономов еще не было тогда достаточно точных наблюдений над Сатурном за сравнительно большой промежуток времени.

Опять мы видим полное согласие между теорией и практикой и зависимость их от состояния производительных сил.

В 1846 г. была открыта, по указаниям математических вычислений *Леверье*, следующая новая планета — Нептун. Это небывалое на первый взгляд открытие, сделанное согласно предварительных предсказаний, рассматривалось учеными как пример торжества теоретической, „чистой" науки. На самом же деле это открытие было возможно только при существовании достаточно точных наблюдений, т. е. наоборот, мы видим опять полное согласие между теорией и практикой. Действительно, в основу своих вычислений Леверье положил точные наблюдения Урана, именно около 300 таких наблюдений. Уран кажется на небе звездой 8—9-й величины. Звездная карта такой точности, т. е. заключающая звезды 9-й величины, только что тогда составлялась.

Таким образом, это открытие Нептуна было возможно только потому, что имелись налицо достаточно точные

для этого наблюдения Урана и звезд до 9-й величины. Одним словом, теоретические предсказания, как бы блестящи они ни были, не привели бы ни к каким реальным результатам, если бы не имелось уже достаточно точных инструментов и точных наблюдений, — иначе говоря, если бы не было достаточно развитой техники.

Как на пример, иллюстрирующий только что сказанное, можно указать на предсказание того же Леверье о существовании новой планеты, двигающейся между Солнцем и Меркурием. Эта новая планета предсказана им на основании отклонений в движении Меркурия, но она до сего времени еще не открыта.

В марте 1930 г. открыта еще одна, предсказанная на основании математических вычислений планета, двигающаяся за Нептуном. Эта последняя планета предсказана обсерваторией *Ловелла* (в С. Америке) на основании неправильностей движения Урана. Она должна казаться на небе звездой 15-й величины. Эта планета открыта при помощи фотографии и стереоскопа, который позволил, благодаря рельефности изображения, выделить ее из 300 000 мельчайших звезд, заснятых на фотографической пластинке.

Таким образом, мы опять видим, что теоретическое предсказание остается только предположением, не получившим реального подтверждения, пока техника не достигнет необходимой для наблюдения точности.

Техника изготовления и шлифовки объектива для телескопов достигла теперь большого совершенства, хотя изготовление больших объективов встречает огромные затруднения, так как малейшее уклонение от надлежащей формы, например, на одну четырехтысячную долю миллиметра, уже значительно портит изображение.

Мы достигли теперь уже предела в изготовлении больших объективов для сооружения огромных рефракторов — телескопов с выпуклыми стеклами, иначе говоря, преломляющих телескопов. Самый большой рефрактор в мире имеется теперь в обсерватории *Иеркеса* около Чикаго: он имеет объектив, диаметр которого равен 1 метру (40 дюймов) (см. рис. 5). Объектив рефрактора Иеркской обсерватории нужно считать предельным, так как стекла этого объектива, как показали наблюдения, несколько прогибаются от собственной тяжести и изменяют свою

форму. Была попытка изготовить еще больший объектив, но она потерпела неудачу.

Техника изготовления больших телескопов теперь направилась в сторону изготовления отражательных телескопов-рефлекторов, у которых объективом является большое вогнутое зеркало.

Огромные отражательные телескопы *Гершеля, Росса и Ласселя,* послужившие в течение полустолетия для многих имеющих в науке громадное значение открытий, теперь стали совершенно непригодны для работы и хранятся как музейные редкости. Причина этому заключается главным образом в том, что зеркала этих телескопов сделаны из особого зеркального металла, сплава меди с оловом, и поэтому потускнели, утратили свою способность отражать свет, изменили свою форму вследствие собственной чрезмерной тяжести, а сами телескопы имеют сложную, устаревшую монтировку, не отвечающую современной технике.

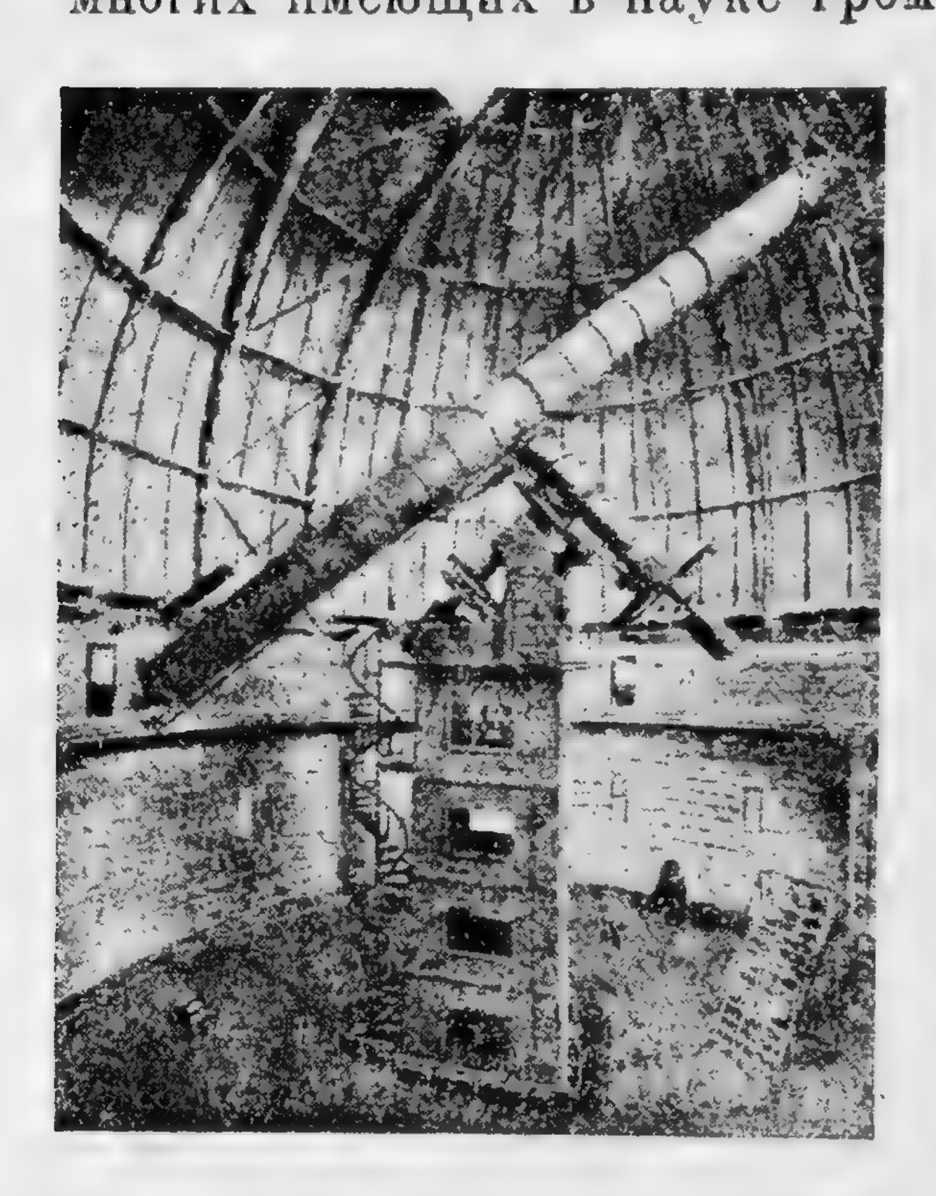


Рис. 5. Самый большой в мире 40-дюймовый (1 метр) рефрактор Обсерватории Иеркеса около Чикаго.

После открытия *Либихом* способа серебрения стекла в шестидесятых годах прошлого столетия французскому физику *Фуко* удалось построить рефлектор с зеркалом, отшлифованным не из металла, а из стекла. С этого времени началась новая эра в сооружении отражательных телескопов. Изготовление их стало значительно проще, а качество значительно лучше.

Вскоре после этого стали изготовляться отражательные телескопы, которые по своей мощности далеко превзошли все наши громаднейшие рефракторы (см. рис. 6).

В самое последнее время сооружен механиком *Ричи* на обсерватории на горе Вильсон в Калифорнии (Америка) зеркальный телескоп, диаметр которого равен $2^1/_2$ метрам. Этот гигантский телескоп является самым

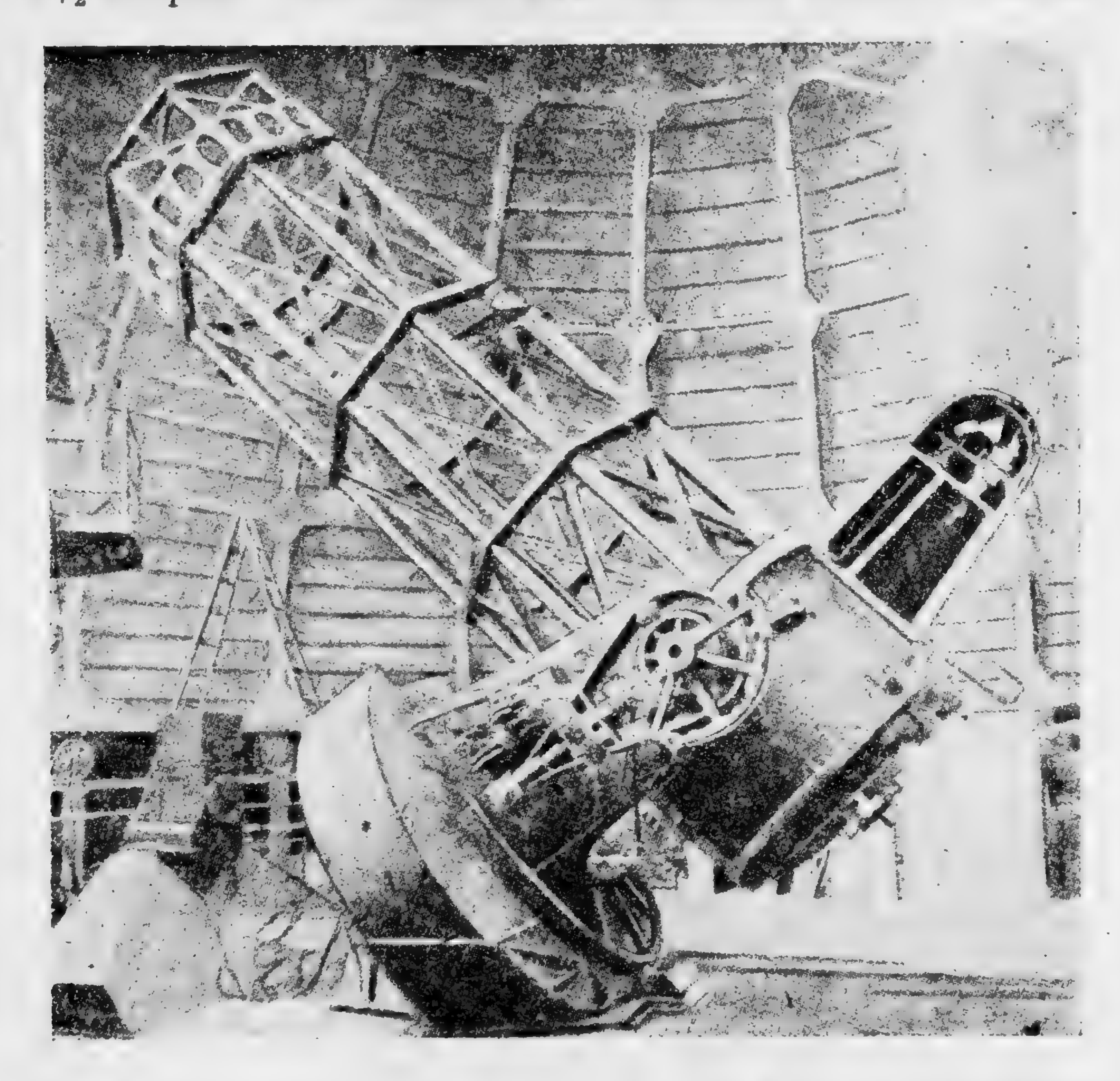


Рис. 6. Телескоп-гигант обсерватории на горе Вильсон в Калифорнии (С. Америка). Зеркало этого телескопа имеет диаметр $1^1/_2$ метра.

большим в мире рефлектором. Он начал работать только после империалистической войны, но уже за этот короткий промежуток времени дал возможность *Майкельсону* сделать огромное научное завоевание, а именно определить диаметр некоторых звезд. До применения этого телескопа-гиганта звезды, даже в самые сильные инстру-

менты, казались точками, и поэтому измерить их диаметр не удавалось.

Применение фотографии к астрономическим наблюдениям со второй половины прошлого столетия и хорошо развившаяся фототехника дали возможность производить астрономические наблюдения очень быстро, точно и в массовом количестве. Небесная фотография дает возможность теперь собирать в огромном количестве вполне достоверный материал астрономических наблюдений, исследовать и изучать который будут еще после нас многие поколения.

Спектральный анализ был открыт во второй половине 19-го столетия, благодаря имевшейся тогда уже достаточно развитой технике изготовления оптических приборов. Он основан на разложении светового луча стеклянной призмой, на получении цветного спектра и на измерении положений темных линий в этом спектре.

Спектральный анализ применили к астрономическим наблюдениям в конце прошлого столетия и получили возможность открыть химический состав небесных тел, присутствие атмосферы и воды на планетах. Благодаря спектральному анализу, удалось решить вопрос о возможности органической жизни на некоторых планетах и открыть астрономию невидимого, т. е. открыть присутствие и движение таких небесных тел и такие небесные явления, какие не видны в наши даже самые сильные телескопы.

Итак, астрономия возникла, развивалась и теперь находится в полной зависимости от состояния производительных сил общества.

Значение астрономии в хозяйственной жизни страны. Еще многие думают, что астрономы занимаются бесполезным препровождением времени, рассматривая небо с надеждой открыть новую звезду. „Неуч смеется астроному, как пустому верхогляду“,—писал еще М. В. Ломоносов. Так думают, конечно, только обыватели. На самом деле астрономия имеет большое значение в хозяйственной жизни страны.

Безопасное плавание на морях основано на астрономических наблюдениях. Во всех морских путешествиях, когда приходится отходить далеко от берега, корабли определяют свое положение в море путем наблюдения

небесных светил. Даже морская миля, служащая для измерения пройденных кораблем расстояний, взята из наблюдений небесных светил. Она соответствует изменению положения светил, как раз на одну минуту дуги. Например, если высота Солнца, находящегося в меридиане и наблюдаемого с двух кораблей, разнится на одну минуту дуги, то эти корабли находятся друг от друга как раз на расстоянии одной морской мили.

Мореплавание настолько зависит от наблюдения небесных светил, что неумение производить эти наблюдения достаточно точно и отсутствие точных знаний о движении светил долгое время служили препятствием к развитию мореплавания. Так, в 1714 г. английский парламент назначил премию в 20 000 фунтов стерлингов тому, кто найдет способ, позволяющий определять долготу места в море с точностью хотя бы до полуградуса. Способ этот был найден только в 1770 г. часовщиком *Арнольдом* и был основан на перевозке хронометров (см. гл. V).

В настоящее время, с изобретением радиотелеграфа, нет надобности перевозить с большими предосторожностями несколько хронометров, как это делалось раньше, и определение долгот в море делается значительно проще. Теперь образована особая Международная комиссия времени, которая разделила весь земной шар на 9 участков, и время передается по радио с 9-ти радиостанций так, что где бы на Земле ни находился наблюдатель, он обязательно, хотя бы с одной радиостанции, получит сигнал времени.

Выработана международная схема передачи сигналов времени, которые передаются в различные часы гринвичского времени. Эти сигналы времени даются на основании точных астрономических наблюдений движения небесных светил, производимых в главнейших астрономических обсерваториях. Все это, однако, не освобождает при определении долготы места от наблюдения светил в данном месте на Земле, так как, чтобы знать долготу места от Гринвича, нужно знать разность показаний гринвичского времени и местного времени. Для определения же точного местного времени пока еще не изобретено другого способа, как наблюдение движения небесных светил.

До сего времени еще не сделано часов, которые шли бы точно в продолжение сколько-нибудь значительного промежутка времени. Не сделано даже двух часов, которые шли бы совершенно одинаково. Единственно точными часами является движение звезд. Прохождение звезд через меридиан места как раз и указывает нам точное местное время. Таким образом, услышав сигнал времени по радиотелеграфу, штурман корабля определяет по наблюдению Солнца, Луны или звезд точное местное время того пункта, где находится корабль в этот момент. Разность между определенным местным временем и полученным по радиотелеграфу гринвичским временем дает долготу корабля от Гринвича.

Широта места нахождения корабля в море *определяется* ночью измерением при помощи угломерного инструмента высоты Полярной звезды, Луны или какой-нибудь звезды, а днем — высоты Солнца.

Вход, а также и выход для глубоко сидящих кораблей в некоторые гавани, лежащие около берега океана и открытых морей, бывает возможен только во время приливов. Чередование морских приливов и отливов связано с движением Луны вокруг Земли. Моряку нужно уметь вычислять и предсказывать наступление прилива и отлива, а для этого нужно знать, как двигается Луна, и где на небе она в данный момент находится. Все эти данные получаются на основании астрономических наблюдений.

Определение положения места при ночных полетах на аэропланах и дирижаблях делается также при помощи астрономических наблюдений. При больших перелетах иногда летчик не видит земного рельефа и по карте не может определить своего местонахождения; тогда широта и долгота нахождения аэроплана или дирижабля определяются днем из наблюдений Солнца, а ночью — из наблюдений звезд.

Географическое положение места на суше во время научных путешествий и изысканий определяется так же, как и на море — при помощи астрономических наблюдений.

Исследователи полярных стран, путем наблюдений высоты Солнца и звезд, устанавливают, насколько близко они подошли к полюсу Земли.

Границы государств во многих случаях, если они не определены естественными преградами, как реками, морями, озерами и горами, устанавливаются путем астрономических наблюдений.

Для черчения географических карт, для определения размеров и формы Земли производятся топографические и геодезические работы, имеющие в основе астрономические наблюдения.

Астрономия имеет огромное значение не только для определения положения места на Земле, но и для службы времени. Астрономия также обслуживает и другие стороны хозяйственной жизни страны.

Например, астрономия доставляет при помощи своих наблюдений большую часть основных фактов, которые нужны метеорологу для определения погоды и климата на Земле.

Астрономические исследования имеют огромную ценность для геологии, потому что они дают геологу сведения относительно происхождения Земли и ее догеологической истории. Они же определяют размеры Земли, ее форму, измеряют ее массу, устанавливают плотность и упругость Земли и, наконец, указывают на условия, в которых находятся внутренние слои Земли.

Наблюдая изменения направления отвеса и изменения силы тяжести, астрономам удается установить различные аномалии силы тяжести, которые указывают геологам на присутствие в почве других пород. Этим способом были обнаружены залежи более плотных масс, а именно — железа около Курска (Курская аномалия). Также были случаи указания на залежи менее плотных масс, как, например, каменного угля, нефти и каменной соли.

Астрономические наблюдения очень ценны и для физики и химии, так как вселенная представляет собою громадную лабораторию. Например, на Солнце вещества находятся под высоким давлением и нагреты до такой высокой температуры, какую мы не можем еще получить ни в одной лаборатории на Земле. Наблюдения Солнца дали возможность открыть некоторые новые химические элементы, раньше неизвестные на Земле. Гелий был прежде открыт астрономами на Солнце, а затем химическим путем на Земле. Мы знаем, какое огром-

ное значение в технике имеет гелий по своей легкости и невоспламеняемости.

Таким образом, значение астрономии в хозяйственной жизни страны не уменьшается, а, наоборот, растет с развитием производительных сил общества.

Астрономия как наука. Из предыдущего мы видим, какое огромное значение в развитии астрономии имеют техника и экономика, они же определили астрономию и в отношении самого содержания науки, ее системы идей.

В древнем мире, когда ремесло и физический труд презирались и существовала резкая грань между рабами, на шкуре своей наблюдавшими природу, и господами, на досуге занимавшимися отвлеченными умозрениями, — содержание астрономии составляло собрание различных фантастических и туманных идей.

В средние века, при слабо развитых производительных силах и феодально-крепостных отношениях в экономической жизни, астрономия главным образом играет роль астрологии и ублажает повелителей всевозможными предсказаниями.

При мало изменяющихся производительных силах, при слабой технике, экономическая жизнь развивается медленно, и люди видели во всем постоянство. Астрономия медленно развивается, и основным ее принципом является идея постоянства, устойчивости, неизменности во вселенной.

При быстро растущих производительных силах быстро изменяются экономические отношения и весь жизненный уклад. При этих условиях мы видим быстрое развитие астрономии и появление в астрономии идеи эволюции, изменяемости. Во время Великой Французской Революции в астрономии появляется учение о возмущении небесных тел и даже математическое обоснование теории таких возмущений. Возмущением небесных тел называется отклонение в движении планет от законов Кеплера (см. гл. XIII).

До Великой Французской Революции астрономические явления рассматривались как образцы порядка стройности, гармонии во вселенной.

Астрономическими теориями „доказывали“ тогда присутствие господа-бога, который будто бы установил во

вселенной такой идеальный порядок и устроил все так мудро и хорошо — в назидание людям. Правители, церковь и их прислужники, ученые астрономы, указывали трудящимся и эксплоатируемым массам на небо, как на образец монархического образа правления и строгого подчинения вечным и непреложным законам.

В великую эпоху свободомыслия, ниспровергавшего старые авторитеты, во время Французской революции, была разработана *Лапласом* „теория вероятностей“, „теория возмущения небесных тел“ и „теория происхождения миров“. Все эти сочинения Лапласа носили явное отражение идей Великой Французской Революции.

В своей „теории происхождения миров“ Лаплас впервые объясняет образование миров без помощи господа-бога, а путем одних механических процессов.

По прочтении этой книги Наполеон сказал однажды Лапласу: „Ньютон говорил о боге в своей книге, я же просмотрел вашу и не нашел в ней ни разу этого имени“. На это Лаплас ответил, что он не нуждался в этом и смог обойтись в объяснениях происхождения мира без помощи господа-бога.

Однако, вплоть до сего времени, буржуазные ученые никак не хотят расстаться с господом богом и вводят его при объяснениях астрономических явлений под тем или другим видом.

В последнее время в астрономических сочинениях общего характера вместо идеи существования господа-бога появляется телеологическое мировоззрение, т. е. буржуазно-идеалистическое рассмотрение явлений с точки зрения якобы существующего в природе принципа целесообразности. Под этим принципом скрывается признание господа-бога под видом мирового разума. Вместо господа-бога появляется другой бог — мировой разум, мировая целесообразность.

Многие астрономические сочинения общего характера, написанные буржуазными учеными даже в самое последнее время, содержат в себе восторженное описание красот неба с явной тенденцией подчеркнуть всемогущество и величие „создателя неба и земли“ — господа-бога или с явным телеологическим уклоном, объясняющим астрономические явления целесообразностью и мировым разумом. Очень мало сочинений по астрономии общего ха-

рактера с чистым материалистическим мировоззрением. Будем ждать их появления теперь, после Октябрьской революции.

Эволюционная теория, которая революционизировала методы мышления, развитие и усвоение которой было величайшим достижением XIX столетия — ведет свое начало от работ английского астронома *Томаса Райта.*

Томас Райт в 1750 г. опубликовал теорию эволюции солнечной системы и всех звезд, видимых на небе. Главная заслуга этой работы заключается в том, что она была первым опубликованным в печати сочинением по этому вопросу.

В 1796 г. *Лаплас* опубликовал свою книгу „Изложение системы мира“, заключающую в себе эволюционную теорию происхождения миров. Эта теория происхождения миров была изложена Лапласом очень просто и ясно. После Французской революции ученый мир стал более восприимчив к новым идеям. Вследствие этого теория Лапласа очень скоро широко распространилась среди ученых. Геологи ухватились за нее, так как она давала им сведения о ранней истории Земли. Работы геологов привели к распространению этой эволюционной теории в биологических науках.

В 1859 г. *Чарльз Дарвин* опубликовал свою книгу „Происхождение видов“, в которой он изложил результаты своих глубоких размышлений и проницательных наблюдений, собранных им за всю свою жизнь. Несмотря на всю правильность его умозаключений, что изменения животных и растений происходят под влиянием материальных условий существования, учение Дарвина встретило единодушный отпор буржуазных ученых. Причина этому заключалась главным образом в том, что учение Дарвина уничтожало все библейские сказки о происхождении человека, животных и растений, объясняло происхождение жизни на Земле без помощи бога и подрывало телеологическое мировоззрение буржуазных ученых.

Телеологическое мировоззрение распространено среди буржуазных ученых вплоть до сего времени. Борьбу с этим мировоззрением нужно вести дальше.

Лаплас хотя и не упоминал в своих сочинениях бога, но, конечно, и он был сторонником телеологического мировоззрения. Это видно из его сочинений по

теории возмущений небесных тел, в которых он математически старался доказать устойчивость и удивительную гармоничность устройства нашей планетной системы.

Эту устойчивость нашей планетной системы Лаплас выводил из следующего, найденного им закона: „времена полных оборотов всех планет вокруг Солнца несоизмеримы между собой“, т. е. нельзя подобрать два таких времен оборота, чтобы их отношение в точности равнялось отношению двух целых чисел.

Например, время оборота вокруг Солнца Юпитера составляет около 4 333, а Сатурна — около 10 759 суток. Эти числа относятся между собой, приблизительно, как 2 и 5. Если бы их отношение в точности равнялось отношению 2 к 5, например если бы время оборота Юпитера равнялось 4 312, а Сатурна 10 780 суток, то тогда в течение 2 оборотов Сатурна было бы ровно 5 оборотов Юпитера.

Тогда, по истечении двух оборотов Сатурна, Юпитер и Сатурн становились бы в наиближайшее друг другу положение и взаимным притяжением разрушили бы всю стройность нашей планетной системы. Этого нет по утверждению Лапласа. Но это есть по последним исследованиям *Пуанкаре*, *Зеелигера*, *Гильдена* и других.

Действительно, основное положение, из которого исходил Лаплас, что времена полных оборотов планет вокруг Солнца несоизмеримы между собой, справедливо только приблизительно. Поэтому о совершенной устойчивости, вечности и стройности нашей планетной системы нельзя говорить с полной уверенностью.

Дальнейшие исследования астрономов будут шаг за шагом разбивать все эти телеологические умозаключения и все эти „вечные и незыблемые законы“, на которых было построено старое буржуазно-идеалистическое мировоззрение.

ГЛАВА II

СОВРЕМЕННАЯ АСТРОНОМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА.

Астрономическая труба. Главная составная часть астрономических инструментов — астрономическая труба. Она имеет своей задачей приближать к нам небесные тела, увеличивая угол, под которым эти тела видны. Каждая астрономическая труба собирает свет, идущий от небесного светила, и при помощи этого света дает изображение светила. Существуют два способа собирать световые лучи. В одном из них свет проходит через ряд выпуклых стекол, а в другом — он отражается от вогнутого зеркала. Таким образом, астрономические трубы, т. е. так называемые *телескопы*, бывают двух родов: 1) *рефракторы* — телескопы с выпуклыми стеклами, или *преломляющие телескопы* и 2) *рефлекторы* — телескопы с вогнутыми зеркалами, иначе говоря — *отражательные, или зеркальные телескопы.*

Рефрактор. Рефрактор имеет, во-первых, большое выпуклое стекло, обращенное к светилу и дающее изображение этого светила, — это *объектив.* А во-вторых — небольшое стекло, при помощи которого мы рассматриваем полученное изображение. Это — *окуляр.* Сила рефрактора зависит от величины объектива: чем больше объектив, тем больше света собирается в фокусе и тем больше яркость звезды. Яркость звезды, которую мы видим в рефрактор, во столько раз больше яркости ее при наблюдении невооруженным глазом, во сколько раз площадь объектива рефрактора больше площади нашего зрачка. Однако, есть много обстоятельств, которые уменьшают эту выгоду больших рефракторов.

Действительно, чтобы рефрактор давал ясное изображение, нужно, чтобы объектив собирал все лучи, исхо-

дящие от одной какой-нибудь точки светила, в одну и ту же точку. Если этого нет, то изображение будет неясное, размытое.

Выпуклая линза, даже из самого лучшего стекла, всегда собирает различного цвета лучи в различных фокусах, и никогда не получится одного фокуса для всех лучей, исходящих из одной точки: красные лучи собираются дальше всего от линзы, а фиолетовые ближе всего, так как фиолетовые лучи имеют большую преломляемость, чем красные лучи. Это разделение лучей линзой называется *светорассеянием или дисперсией*. Совершенно уничтожить дисперсию в объективах нельзя; ее можно только уменьшить. Достигается это при помощи объективов, состоящих не из одной линзы, а из двух линз, сделанных из разного сорта стекла — *кронгласа* и *флинтгласа*.

Первая линза — выпуклая — делается из кронгласа, а вторая — вогнутая — из флинтгласа. Кронглас имеет почти ту же преломляющую способность, что и флинтглас, но почти вдвое меньшую способность светорассеяния. Эти две линзы, одна выпуклая, другая вогнутая, действуют на свет противоположным образом.

Кронглас (выпуклый) стремится собрать лучи света в фокусе, тогда как флинтглас (вогнутый) заставляет лучи расходиться. В конечном результате получается, что большинство лучей различных цветов собирается в одном фокусе.

Конечно, полностью нельзя уничтожить дисперсии и собрать все лучи в одном фокусе, а приходится довольствоваться только значительным уменьшением дисперсии. Чем больше размеры рефрактора, тем больше сказывается этот недостаток.

Посмотрите на яркую звезду в большой рефрактор — и вы обязательно увидите, что звезда окружена голубым или красноватым сиянием. Это показывает, что дисперсия этих лучей не уничтожена вполне, хотя объектив и состоит из двух линз — кронгласа и флинтгласа.

Монтировка рефрактора состоит в механическом приспособлении, дающем возможность, во-первых, направлять рефрактор на любую звезду, а во-вторых — при помощи часового механизма все время следовать за этой звездой, не теряя ее из поля зрения телескопа.

Направить рефрактор на звезду помогают *искатель* — зрительная труба, установленная вдоль оптической оси рефрактора, и круги с делениями, при помощи которых можно направлять рефрактор на любую точку неба. Найдя искомую звезду, астроном пускает в ход часовой механизм и видит эту звезду все время в поле зрения рефрактора.

Рефракторы-гиганты. Сооружение большого рефрактора встречает огромные затруднения. Главнейшее затруднение заключается в изготовлении объектива.

В 1840 г. Фраунгоферу удалось изготовить два 15-дюймовых (38 *см*) объектива, которые считались тогда диковинками. Один из этих объективов установлен у нас в Пулковской обсерватории, и вот уже около 75 лет он находится в постоянной работе.

Теперь техника изготовления объективов ушла значительно вперед. Знаменитым мастером по шлифовке больших объективов в наше время считаются Альвин Кларк и сын его Джордж Кларк.

Объектив большого рефрактора Пулковской обсерватории изготовлен тоже Альвином Кларком, он имеет диаметр 30 дюймов (75 *см*) и весит 11 пудов. Монтировка и установка этого рефрактора сделаны механиком Репсольдом. Благодаря своей мощности этот рефрактор дает возможность наблюдать слабо освещенные миры — спутников Сатурна, Урана, Нептуна, слабые кометы, и очень тесные двойные звезды.

Объектив самого большого теперь в мире рефрактора, а именно рефрактора обсерватории Иеркеса около Чикаго, имеет диаметр 40 дюймов (1 метр). Он изготовлен тоже Кларком.

Приспособления для наблюдения на этом рефракторе превосходят все, что до сего времени придумано: наблюдателю нужно только нажимать кнопки, а электричество делает всю работу для направления и движения этой колоссальной трубы. По желанию наблюдателя весь пол комнаты поднимается при помощи электричества на необходимую высоту (см. рис. 5).

Объектив рефрактора Иеркской обсерватории нужно считать предельным в технике сооружений астрономических инструментов, так как большего размера объек-

тивы уже несколько изгибаются от собственной тяжести и изменяют свою форму.

Рефлектор. Рефракторы в последнее время все больше и больше вытесняются рефлекторами. Это происходит вследствие огромных преимуществ рефлекторов перед рефракторами. Лучи света рефлектором не преломляются, а только отражаются, поэтому у рефлекторов нет того окрашивания светила, какое наблюдается у рефрактора. Следовательно, при фотографировании светил рефлекторы имеют огромное преимущество.

Затем, рефлекторы значительно дешевле рефракторов, так как в рефлекторе приходится шлифовать лишь одну поверхность, а не четыре, как в объективе рефрактора. Само зеркало не требует такого специально дорогого оптического стекла, какое нужно для объектива рефрактора.

Наконец, рефлекторы почти не нуждаются в трубе. Рефлекторы большею частью имеют трубу решетчатую, чтобы избежать застоя воздуха внутри инструмента. Днем этот воздух сильно нагревается, а ночью, охлаждаясь, ползет по трубе и портит изображение светила. Поэтому, чтобы не было этого застоя воздуха и чтобы воздух в трубе постепенно вентилировался и имел температуру окружающей атмосферы, трубу для рефлекторов делают решетчатую.

Помимо всего этого, рефлектор по желанию может быть одновременно чрезвычайно светосильным инструментом, т. е. короткофокусным, когда, например, нужно фотографировать очень слабые небесные светила. Но он может быть сделан и очень длиннофокусным без изменения трубы, а лишь только при помощи небольшого выпуклого зеркала, перехватывающего лучи, отраженные от объектива. При помощи этого приспособления можно видеть все самые нежные цветные оттенки поверхности планет, чего не удается при наблюдении на рефракторе.

Наконец, для рефлекторов возможно изготовить гораздо большего размера зеркала, чем объективы рефрактора, поэтому рефлекторы могут обладать большей силой и увеличением, чем рефракторы. Однако, есть у рефлекторов и неудобства. Одно из неудобств рефлектора заключается в том, что лучи света отражаются зеркалом в ту же сторону, откуда они приходят. Но это

устраняется приспособлением, отводящим отраженные в рефлекторе лучи света в сторону.

Системы рефлекторов. Одно из этих приспособлений, так называемая система Кассегрена (рис. 7), состоит в том, что между фокусом и главным зеркалом

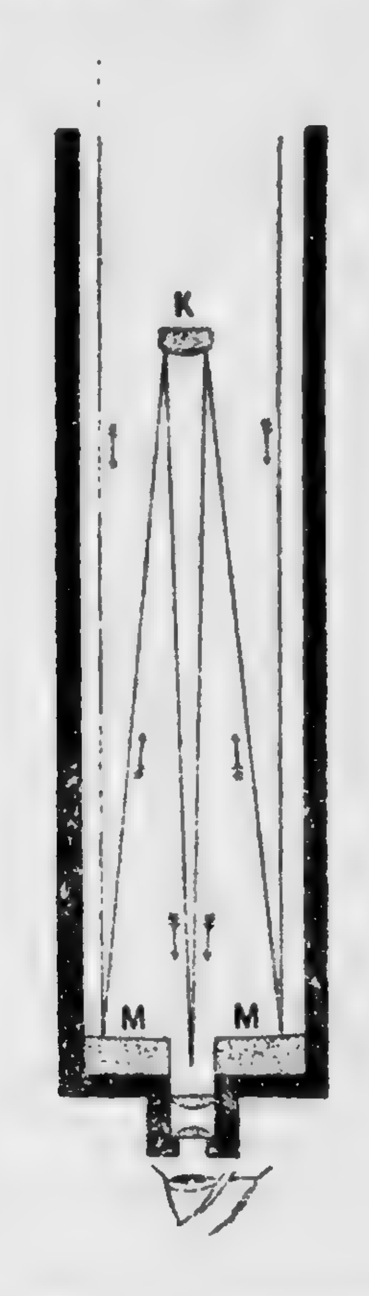


Рис. 7. Рефлектор системы Кассегрена. М — главное зеркало - объектив; К — добавочное маленькое зеркало.

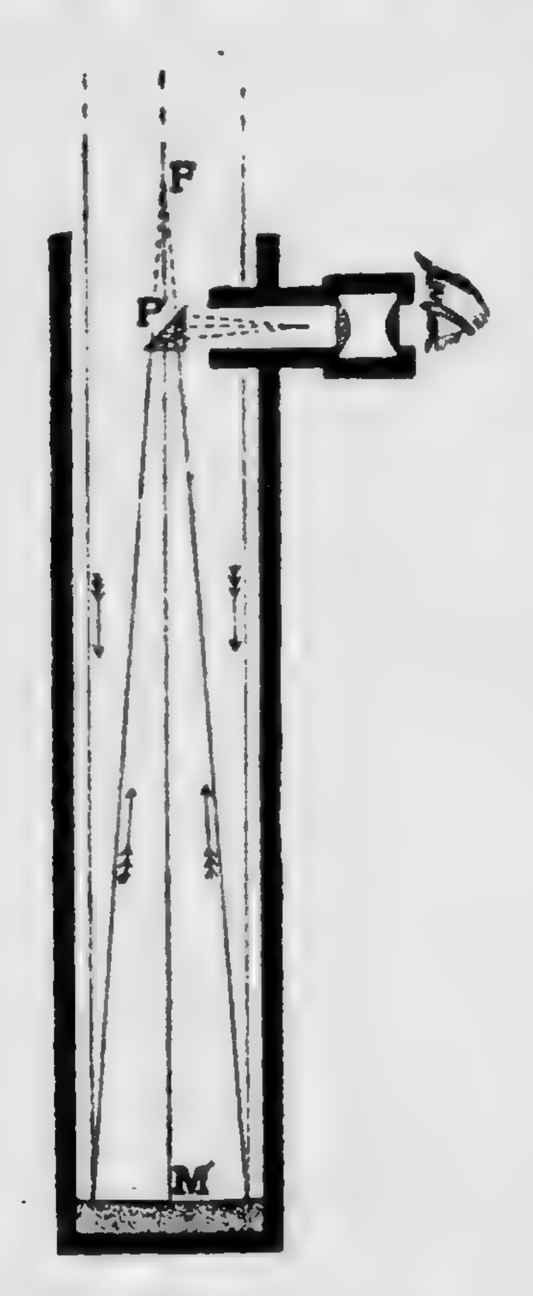


Рис. 8. Рефлектор системы Ньютона. М — главное зеркало - объектив; F — главный фокус; Р — стеклянная призма.

ММ ставится меньшее, слегка выпуклое зеркало К. В середине большого зеркала ММ просверливают отверстие, в которое и проходят лучи после отражения в маленьком зеркале К (см. рис. 7).

Просверлить в центре большого зеркала такое отверстие представляет не легкую работу, так как приходится сверлить толстый кусок стекла. Вместо того, чтобы свер-

лить зеркало телескопа, ставят (см. рис. 8) внутри трубы перед фокусом стеклянную призму P, отражающую лучи вбок, под прямым углом к трубе. В этом месте помещается и окуляр, при помощи которого рассматривается полученное изображение. Такое приспособление называется **системой Ньютона** (см. рис. 8).

Рефлекторы-гиганты. Для изготовления зеркала для рефлектора берут теперь большой стеклянный диск, который при помощи особых машин шлифуют и полируют, придавая его поверхности параболическую форму. Затем, на его поверхность осаждают тонкий слой серебра, которое прекрасно полируется и отражает больше света, чем прежний зеркальный металл.

Таким способом за последнее время удалось построить для американских обсерваторий рефлекторы-гиганты с зеркалами из стекла.

Такой гигантский рефлектор, занимающий теперь третье место по своей величине, установлен в обсерватории на горе Вильсон в Калифорнии: диаметр его зеркала равен 1½ метрам. Этот рефлектор изображен на рис. 6.

Затем в 1914 г. был установлен в Канаде на горе Сенич-Хилл (около города Викторин) еще более сильный телескоп-рефлектор, зеркало которого имело диаметр в 182 сантиметра (почти 2 метра).

Наконец, в самое последнее время сооружен в Америке на обсерватории на горе Вильсон рефлектор, который еще не превзойден. Этот самый большой рефлектор в мире имеет зеркало с диаметром в 2½ метра.

Вес зеркала этого телескопа — 4 тонны. Одна шлифовка и полировка этого зеркала при помощи машины заняла целый год!

Рефлектор этот имеет установку по системе Кассегрена и Ньютона. Несмотря на сравнительно небольшую длину трубы, фокусное расстояние этого телескопа может быть доведено до 76 метров, тогда как у рефлектора обсерватории на горе Сенич-Хилл оно достигает только 35 метров.

Труба этого рефлектора-гиганта решетчатая и служит главным образом для поддержки дополнительного выпуклого зеркала, которое устанавливается в системе Кассегрена. Само же главное зеркало помещается в нижнем конце трубы. Оно покоится в особом футляре, в ко-

тором непрерывно циркулирует вода одинаковой температуры, чтобы все время эта громадная масса стекла имела одну и ту же температуру.

Вес всего рефлектора — около 100 тонн. Несмотря на такой громадный вес, этот телескоп-гигант, которому нет в мире равного, легко и плавно приводится в движение часовым механизмом.

Несмотря на то, что почти все последние открытия в области астрономии получены при помощи рефлекторов, ни одна русская обсерватория в царское время не обладала рефлектором. Только теперь, при Советской власти сооружен у нас в СССР громадный рефлектор с зеркалом, диаметр которого равен 1 метру.

Этот рефлектор установлен в 1925 г. в отделении Пулковской обсерватории — в Симеизе (см. рис. 9).

Небесная фотография. Если поставить в телескопе вместо окуляра фотографическую пластинку, то наши наблюдения, делаемые непосредственно глазом, заменяются **астрономическим фотографированием.**

При астрономическом фотографировании лучи света, исходящие от светила и собранные в фокусе объектива телескопа, химически действуют на фотографическую пластинку и запечатлевают изображение светила.

Астрономические инструменты, предназначенные для небесной фотографии, обязательно должны иметь установку с хорошим часовым механизмом, чтобы все время, пока производится фотографирование, лучи от звезды попадали на одну и ту же точку фотографической пластинки. Поэтому телескопы такого рода обязательно должны иметь помимо главной трубы еще параллельно ей расположенную трубу, служащую для постоянного контроля правильности установки инструмента. Этот контроль заключается в непрерывном наблюдении за светилом во время съемки, чтобы фотографируемое светило все время находилось на пересечении нитей окуляра контрольной трубы.

Такие астрономические инструменты называются **астрографами.** Само собой понятно, что как рефрактор, так и рефлектор могут быть употребляемы как астрографы, если к ним приделать контрольную трубу и окуляр главной трубы заменить фотографической пластинкой.

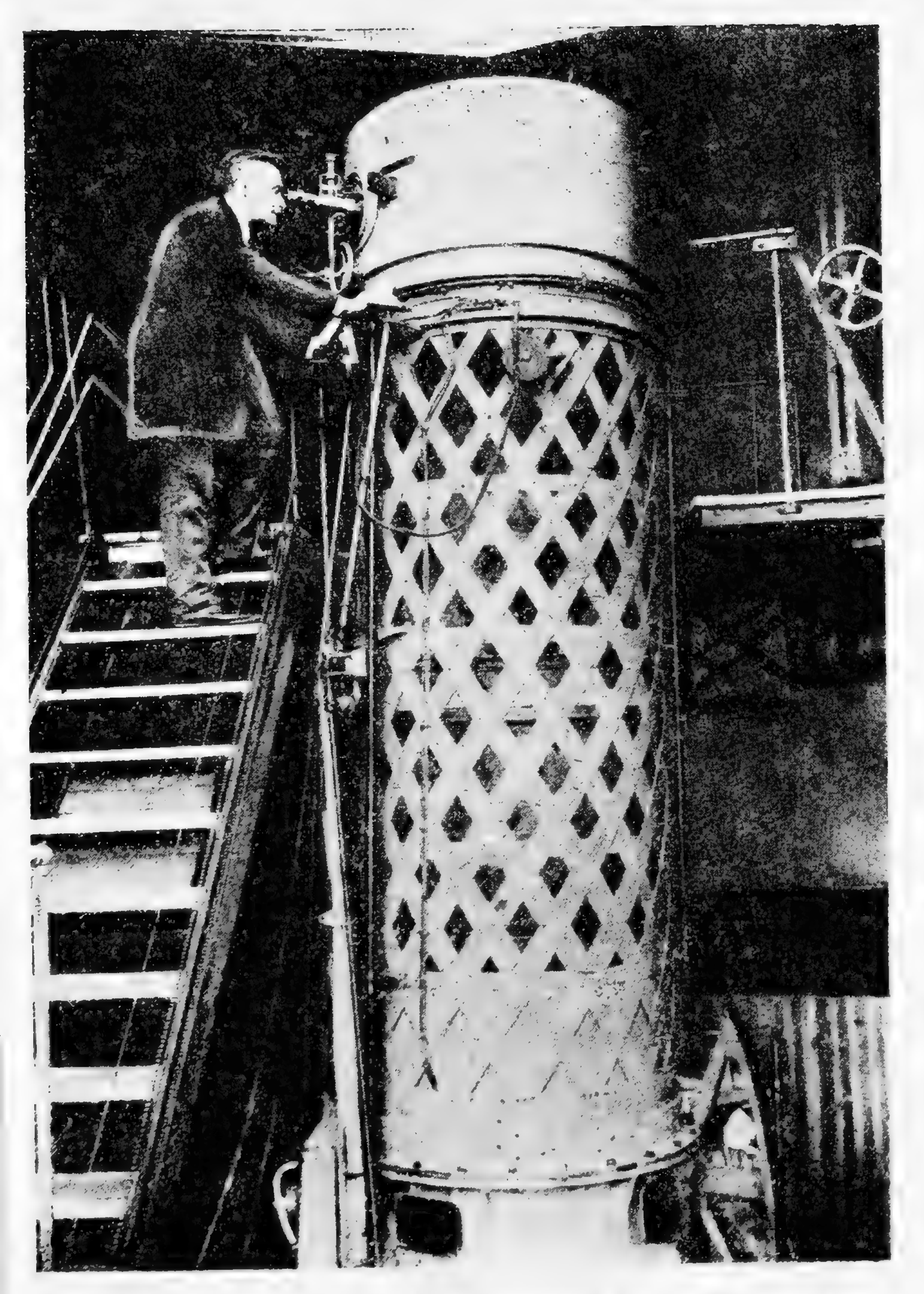


Рис. 9. Рефлектор Симеизской обсерватории в работе. Зеркало телескопа имеет диаметр, равный 1 метру.

Небесная фотография имеет огромные преимущества перед наблюдениями светил глазом, так как она дает возможность наблюдать очень кратковременные явления. например явления, наблюдаемые во время солнечного затмения. Затем небесная фотография увеличивает точность измерений, сокращает труд, например при составлении звездных карт. Наконец, она дает в руки астронома документ, свободный от невольных увлечений и фантазии даже самих добросовестных наблюдателей.

До изобретения небесной фотографии астроном зарисовывал карандашом от руки свои наблюдения и, конечно, впадал в невольную ошибку. Небесная фотография заменила теперь эту зарисовку механическим воспроизведением вида небесного светила или явления. Небесная фотография не знает этих ошибок и дает нам неоспоримые данные.

Кроме всего этого, небесная фотография имеет еще одно главное преимущество, а именно — химическое действие лучей усиливается с увеличением выдержки (экспозиции), поэтому чрезвычайно слабый свет, неуловимый для нашего глаза, может накоплять свое действие на фотографическую пластинку при большой выдержке (экспозиции) и может вследствие этого передать на фотографическую пластинку такие подробности. которые не видны глазом даже в самые сильные телескопы.

Таким образом, при помощи небесной фотографии удалось различить звезды 19-й велечины, между тем как для телескопа при наблюдении глазом пределом видимости являются звезды 14-й величины. Кроме того, на фотографическую пластинку действуют главным образом ультрафиолетовые лучи, которые непосредственно не воспринимаются нашим глазом, так как не действуют на глазной нерв. Следовательно, небесная фотография дает возможность наблюдать миры, невидимые для нашего глаза, и можно сказать, она открыла нам астрономию невидимого.

Спектрограф. Чтобы судить о химическом составе небесных тел, пользуются спектральным анализом. Спектральный анализ в астрономии впервые стал применяться в 1864 г. и теперь является одним из главных методов изучения небесных светил. Для наблюдения

спекторов служит, как известно, спектроскоп — прибор, состоящий из стеклянной призмы и приспособлений для рассматривания спектра.

Соединение спектроскопа с телескопом и есть тот главнейший астрономический инструмент 20-го столетия, которым сделаны все новейшие открытия в области астрономии. Без такого приспособления как рефлектора, так и рефрактора — к наблюдению спектров небесных светил немыслимо теперь существование ни одной астрономической обсерватории.

Действительно, кроме определения химического состава небесных тел, спектральный анализ дает нам возможность по смещению фраунгоферовых линий (принцип Доплера-Физо) судить о собственном движении звезд, о движении спутников двойных и переменных звезд, о вращении планет и Солнца, о движениях на поверхности Солнца, о движении колец Сатурна.

При помощи таких спектральных наблюдений удалось установить существование и состав атмосферы и температуру небесных тел, а отсюда можно было судить о возможности жизни на далеких от нас небесных светилах.

Бывали случаи, когда спектроскоп открывал движущееся тело, хотя его еще не могли наблюдать даже в самый сильный телескоп. Одним словом, спектральный анализ, также как и небесная фотография открыли человечеству невидимое — открыли миры, которые человек, может быть, никогда ни увидит даже в самые сильнейшие телескопы.

Для наблюдения спектра небесных тел пользуются следующими двумя способами. *Первый способ:* прикрепляют стеклянную призму перед объективом; тогда лучи света, исходящие от каждой звезды, войдут в телескоп уже разложенными в спектр и на фотографической пластинке, вместо отпечатка каждой звезды, получится отпечаток ее спектра. *Второй способ:* привинчивают спектроскоп к рефрактору или рефлектору вместо окуляра, при этом щель спектроскопа располагается в фокусе трубы. Тогда, направляя щель привинченного к трубе спектроскопа на исследуемую звезду, получим ее спектр.

Если хотят усилить спектр исследуемого небесного светила, то одну призму заменяют системой призм, тогда

спектроскоп называется *сложным спектроскопом.* А если спектр хотят фотографировать, то окуляр привинченного к телескопу спектроскопа заменяют фотографической пластинкой. Тогда такой телескоп называется *спектрографом.*

Башенный телескоп. Для непрерывного исследования и наблюдения Солнца построена на горе Вильсон в Калифорнии (Сев. Америка) специальная *солнечная обсерватория.* Первый инструмент, который был сооружен на солнечной обсерватории, это — *гигантский телескоп Сно.* Телескоп Сно представляет собой две огромные,



Рис. 10. Гигантский телескоп Сно на солнечной обсерватории.

лежащие горизонтальные трубы, одна—в 19 метров, а другая — в 44 метра длиною, с массой приборов для различных исследований. Таким образом, этот телескоп по внешнему виду представляет целый дом в виде длинного коридора (см. рис. 10).

При помощи телескопа Сно получили изображение Солнца в виде круга с поперечником в 40 сантиметров. Наблюдения, делаемые ежедневно при помощи этого оригинального инструмента, дали уже весьма ценные результаты из области физики Солнца. Кроме этого инструмента, на солнечной обсерватории имеются два *„телескопа-башни“* („тауер-телескопы“). Больший из них изображен на рис. 11. Он построен 1910 г. и представляет собой

железную башню, поднимающуюся на высоту 54 метров. Под башнею вырыт колодезь глубиной в 22 метра. На вершине башни помещается объектив, который дает на дне колодца, под башнею, изображение Солнца на фотографической пластинке. Таким образом, этот гигантский *башенный телескоп* имеет общую длину в 76 метров, т. е. будет высотою со здание в 25 этажей.

Этот башенный телескоп находится в постоянной работе. Солнце ежедневно фотографируется, и все мельчайшие детали, какие появляются на его поверхности, немедленно отмечаются на фотографической пластинке. Чтобы судить о размере башенного телескопа, нужно принять во внимание, что он дает изображение Солнца в виде круга с поперечником почти в полметра! На этом большом изображении Солнца, конечно, видны такие мельчайшие подробности, какие не удается видеть ни в один из существующих телескопов.

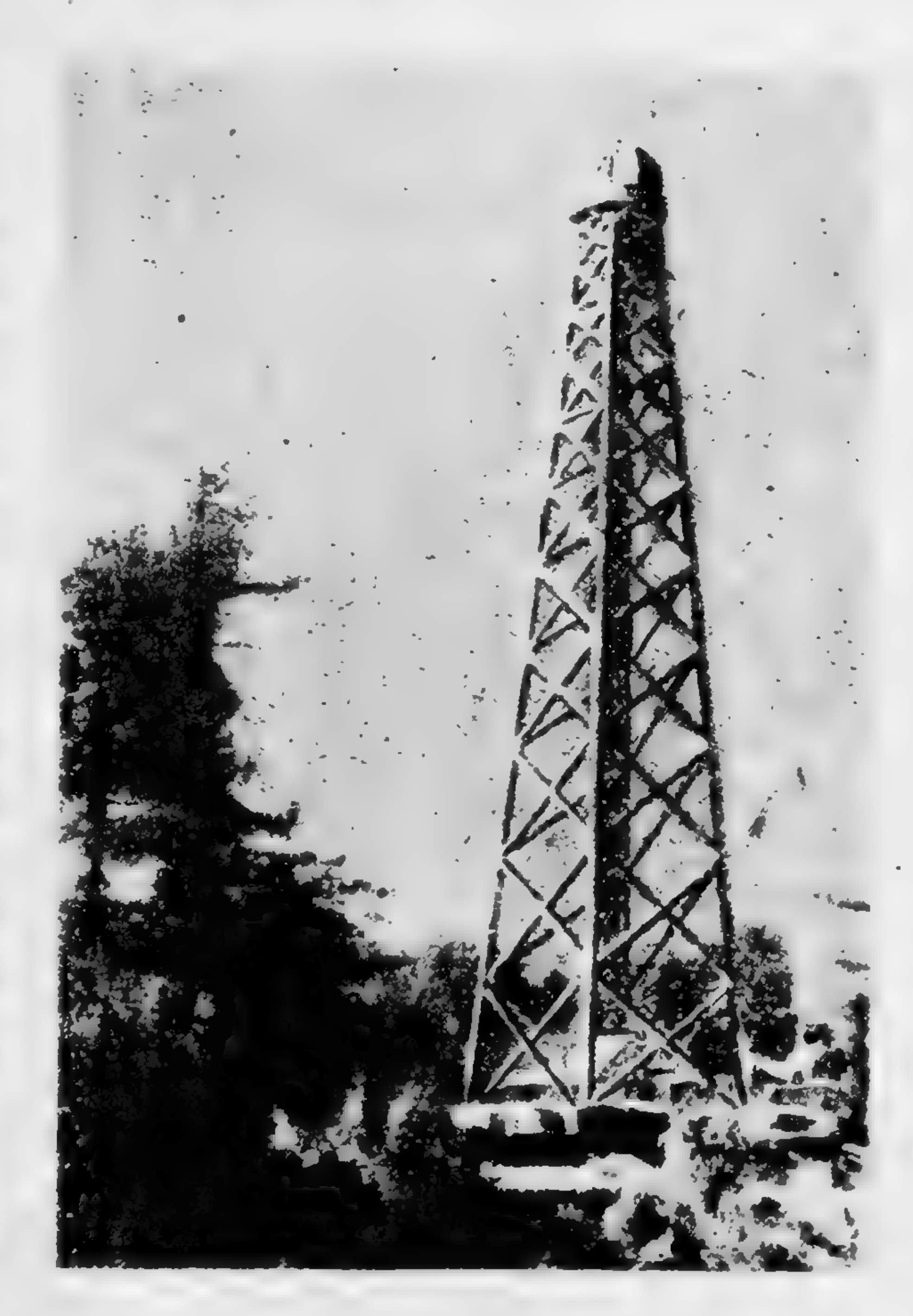


Рис. 11. „Телескоп-башня“ солнечной обсерватории на горе Вильсон в Калифорнии (С. Америка).

При помощи башенного телескопа были открыты „солнечные облака“ („флокуллы“) и электромагнитные явления на Солнце

Астростереоскоп. В самом начале XX столетия физик *Пульфрих* предложил производить стереоскопическое фотографирование небесных тел и этим указал астрономам на новый метод исследования вселенной, открывающий широкие горизонты. Метод этот заключается в применении стереоскопа совместно с небесной фотографией для наблюдения небесных тел.

Принцип действия стереоскопа основан, как известно из физики, на следующем. Каждый предмет дает на сетчатых оболочках обоих глаз по одному изображению. Эти изображения неодинаковы и отличаются одно от другого различным положением линий и теней, потому что каждый глаз видит предмет по-разному. Поэтому, если сделать два фотографических снимка одного и того же предмета с двух различных точек пространства и затем рассматривать их одновременно в стереоскоп, то мы вполне рельефно увидим все выпуклости и неровности, изображенные на эти снимках, как это есть в действительности. То же самое будет, если рассматривать фотографии небесных тел.

Мы видим невооруженным глазом рельефно только те предметы, которые недалеко от нас, потому что мы смотрим двумя глазами, находящимися один от другого на расстоянии 7 сантиметров. Если же при помощи особых коленчатых труб это расстояние между глазами увеличить, как это имеется, например, в дальномерах, то мы сможем видеть рельефно значительно дальше. То же самое применимо и в случае рассматривания планет, звезд и других небесных светил. Здесь нам помогает движение Земли в пространстве.

При перемещении Земли вокруг Солнца Земля описывает вокруг Солнца круг с диаметром в 300 миллионов *км*. Поэтому, если сделать фотографический снимок какой-нибудь части неба в январе и в июле, то эти два снимка одной и той же части неба будут сделаны с двух точек пространства, отстоящих одна от другой примерно на 300 миллионов *км*. Стоит теперь только рассматривать эти два фотографических снимка в стереоскоп, как мы сразу увидим рельефность изображения.

Пульфрих изготовил такой стереоскоп для рассматривания снимков небесной фотографии. Этот прибор называется *астростереоскопом*. В первый же день применения этого астростереоскопа Пульфрих открыл около 12 новых астероидов. Теперь этот метод стереоскопического фотографирования применяется с громадным успехом на многих обсерваториях, применяется и у нас в Пулковской обсерватории. При помощи этого способа открыта и новая планета, находящаяся за Нептуном (см. гл. I и XV).

На стереоскопических снимках Луны выступает совер-

шенно рельефно шаровидность Луны. По этим снимкам можно сравнивать высоты лунных гор, измерять глубины кратеров, определять пологость гор и отчетливо различать горные хребты, рассеченные долинами и ущельями. При помощи особых приспособлений, имеющихся у астростереоскопа, астрономы могут теперь измерять, на сколько дальше или ближе расположены отдельные видимые на снимке точки.

Таким образом, при помощи астростереоскопа определяются расстояния до звезд в пространстве. Точность этого метода — в 10 раз больше обыкновенного метода наблюдений меридианным инструментом. А про скорость определения этим методом не приходится и говорить: на определение расстояний до звезд и их собственного движения раньше требовались десятки лет, а теперь нужно только несколько месяцев.

Выводы. Из всего вышеизложенного мы видим, что вместо прежних, долгое время продолжавшихся наблюдений, очень утомительных и дававших не вполне точные результаты, мы получаем на современных обсерваториях вполне достоверный материал наблюдений, добытый механически и в огромном количестве. Этот материал затем идет в обработку, исследуется и всесторонне изучается.

Современная американская обсерватория с ее гигантскими телескопами и механическим оборудованием скорее похожа на большую фабрику, чем на старое научное учреждение со жрецами „чистой науки“.

Работа в такой новой обсерватории идет механически быстро, точно и отчетливо. Материал наблюдений поступает в массовом количестве, как и подобает механическому производству. Современная техника уже достигла механизации в производстве астрономических наблюдений. А дальнейшее развитие техники будет способствовать и дальнейшему прогрессу астрономической науки.

ГЛАВА III.

НЕБО И ЗВЕЗДЫ.

Библейская астрономия. В далекие времена человек знакомился с природой лишь посредством одних своих органов чувств: он судил о мире только на основе своих непосредственных ощущений. Он видел, как он работает и ходит по Земле, Земля при этом остается на месте,— она видимо неподвижна. Он видел, что над ним находится небесный свод, по которому движутся Солнце, Луна и другие небесные светила. Так пришел человек к мысли о двойственности вселенной: *небо и земля.* Небо по его представлению — это высокий, твердый как хрусталь, огромный свод — *„твердь небесная“*, усыпанный звездами. А Земля — неподвижная, находящаяся в центре мира, плоская как тарелка.

Таким образом вселенная, по представлению первобытного земледельца, состоит из *верха* — кристального неба, и *низа* — находящейся в полном покое Земли, вокруг которой двигаются Солнце, Луна и звезды. Так люди пришли к заключению, что Земля — центр мира, что все в мире сотворено для нас одних: человек — венец творения божества.

У крестьянина, обрабатывающего свой клочок земли, круг наблюдения и опыта был неширок. У него отсутствовало представление о больших расстояниях, поэтому Земля представлялась ему небольшой плоской „тарелкой“, над которой как крыша дома, как свод высится хрустальная „твердь небесная“. А над этой „твердью“ находятся „воды неба“, которые через особые отверстия, как через решето, иногда изливаются, по воле бога, на Землю в виде дождя. По небу „ходят“ Солнце, Луна

и другие небесные светила. Такой взгляд на „мир божий“ был не только у первобытных земледельцев, но в своей основе сохранился и у некоторых современных земледельческих народностей.

Христианство распространялось главным образом среди крестьянского населения, и поэтому церковь старалась сохранить эту картину строения „мира божьего“, основанную на чисто земледельческих воззрениях. Эта картина строения „мира божьего“ не только сохранена церковью вплоть до теперешнего времени, но и входит основным догматом в христианское учение.

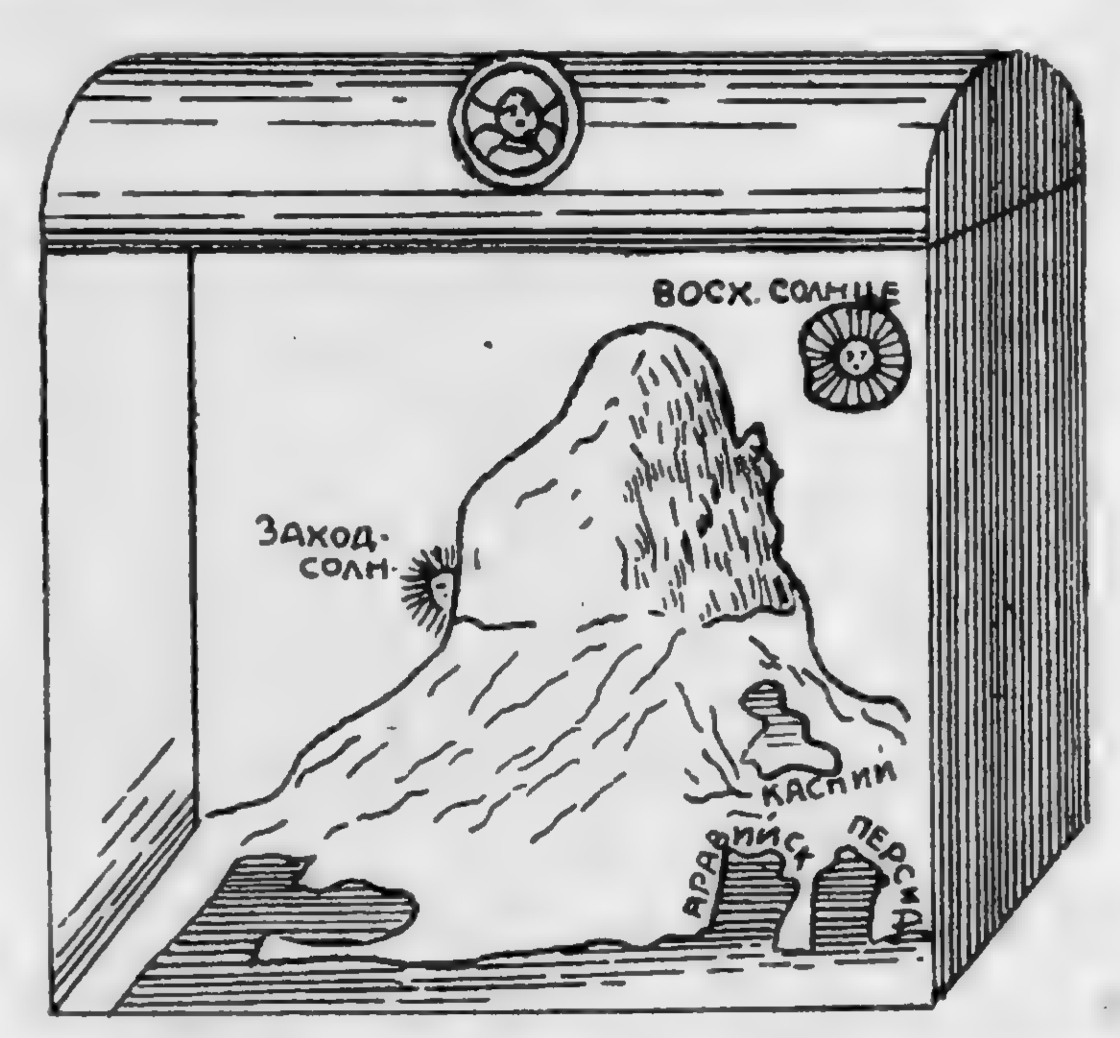


Рис. 12. Вселенная по рисунку Кузьмы Индикоплова из его книги „Христианская топография“ (6-го века).

Нелепая библейская басня о сотворении мира в шесть дней является основным догматом христианской религии. Эта полная противоречий наивная сказка, получившая значение символа веры, яростно защищается церковью и вместе с нелепой басней о жизни и о воскресении Христа является всемирным шарлатанством.

Стоит только сопоставить с научными данными это толкование библии о сотворении мира и трезво отнестись к нему, как вся нелепость библейского мировоззрения бросится сразу в глаза.

Это освященное церковью и признанное за единственно правильное, богом данное объяснение строения вселенной подробно изложил в своей книге *„Христианская топография“ Кузьма Индикоплов*, „ученый“ монах, живший в 6-м веке. В течение многих столетий эта мракобесная книга Кузьмы Индикоплова в противовес книгам древне-

греческих философов владела умами и задерживала развитие человеческой мысли.

В своей „Христианской топографии“ Кузьма Индикоплов, ссылаясь на священное писание и свидетельство св. отцов, дает рисунок (см. рис. 12) и описание строения вселенной.

Кузьма Индикоплов утверждает, что на четырех внешних сторонах Земли возвышаются отвесные стены, которые, опоясывая ее, соединяются и образуют свод — небо, что составляет купол этого здания. Таким образом вселенная, по учению Кузьмы Индикоплова, представляет собой большой продолговатый сундук (см. рис. 6), разделенный на две части. Первая часть — местопребывание людей — простирается от Земли до тверди небесной, над которой светила совершают свои обращения, — там пребывают ангелы.

Вторая часть вселенной простирается от тверди до верхнего свода, который венчает и заканчивает наш мир. На тверди „покоятся воды небес, за этими водами находится царство небесное, куда первым был принят Иисус Христос, указавший всем христианам путь ко спасению“.

По мнению Кузьмы Индикоплова, обитаемая Земля поднимается с юга к северу — все выше и выше, так что южные страны гораздо ниже северных. „Это потому, — говорит он, — райские реки Тигр и Евфрат, текущие с севера на юг, имеют более быстрое течение, чем Нил, текущий с юга на север. На самом севере находится большая гора, за которую скрывается Солнце (см. рис. 6). От этого и происходит смена дня и ночи. А небесные светила двигаются по воле всемогущего бога высшими духовными силами, ангелами, так называемыми светоносцами“.

Точно так же ангелы — по мнению Кузьмы Индикоплова — приготовляют дождь, собирают облака, управляют ветром, снегом, холодом и засухой, одним словом, — вся астрономия и метеорология находится в ведении и управлении ангелов.

Небесный свод. Но что же, на самом деле представляет собою небо?

Если мы посмотрим кверху от Земли, то мы увидим вокруг нас голубой хрустальный небесный свод, на котором днем сияет Солнце, а ночью видны звезды и Луна.

Что же это такое? Действительно ли есть вокруг Земли такой хрустальный голубой свод?

Нет. Никакого хрустального голубого свода над Землей не существует.

Каждый, наверное, замечал, что расстояния до предметов можно различать лишь до известного предела. Например, посмотрите на трубы близстоящих соседних домов, — вы сможете сказать на-глаз, какая труба ближе, какая дальше. Если же дома отстоят от вас далеко, то тогда нельзя определить на-глаз, какая труба дальше, какая — ближе: трубы будут казаться вам на равном от вас расстоянии. Таким же образом деревья далекого от вас леса кажутся вам как бы стоящими рядом, и вы про них не можете сказать, какое дерево ближе, какое — дальше.

Это происходит от того, что глаз наш может определять разницу в расстоянии отдаленных предметов только до определенной границы, в зависимости от величины предмета.

То же можно сказать и про видимые на небе звезды. Звезды далеко от Земли разбросаны в пространстве: одна — дальше, другая — ближе. Расстояния от нас до звезд так громадны, что глазом мы не можем определить, какая звезда — дальше, какая — ближе, поэтому-то все звезды и кажутся нам одинаково удаленными от нас и как бы прикрепленными к небесному своду.

Никакого реально существующего хрустального небесного свода над нами нет. Видимый небесный свод есть только обман нашего зрения.

Над нами только воздух. Чистый воздух совершенно прозрачен, через него свободно проходит свет от небесных светил.

Небо кажется нам сводом и днем, потому что лучи Солнца отражаются от всех частичек воздуха, окружающего Землю. Эти освещенные частички воздуха находятся от нас опять-таки на расстояниях, лежащих за пределами глазомерной оценки и создают нам впечатление небесного свода днем подобно тому, как звезды ночью.

В ясный день, в особенности после дождя, небо кажется голубым. Голубой цвет неба происходит от тех же причин, как и вообще цвет тел в природе. А именно, — луч света при рассматривании его сквозь стеклянную

призму оказывается состоящим из 7 цветных лучей: красного, оранжевого, желтого, зеленого, голубого, синего и фиолетового. Различные тела в природе поглощают одни из этих лучей, а другие отражают. От того, каких лучей больше отражает тело, такой цвет у него и будет.

Частицы чистого воздуха отражают, главным образом, синие и голубые лучи, от этого и небо нам кажется таким голубым.

Действительно, когда воздух содержит много пыли и дыма, например, над большим городом или фабричным местом, и когда в воздухе много паров воды, в дождливые пасмурные и туманные дни, — небо не имеет такой чисто голубой окраски, а кажется нам серым. После же дождя, когда воздух промоется от содержащейся в нем пыли, небо принимает ясную голубую окраску.

Атмосфера. Земля окружена воздушной оболочкой, плотность которой с высотою постепенно убывает. Эта воздушная оболочка Земли называется атмосферой.

На высоте 2 — 3 *км* лежит нижний, а на высоте 4 — 6 *км* средний ярус облаков. На высоте 10—15 *км* несутся верхние, перистые облака, состоящие из тончайших ледяных игл.

Человек поднимался на летательных аппаратах и мог непосредственно исследовать атмосферу самое большее на 12 *км* от земной поверхности. Самопишущие метеорологические приборы, поднимаемые на особых шарах-зондах, достигали высоты 50 *км* и давали возможность человеку исследовать атмосферу до высоты 40 — 50 *км*.

Наблюдая падающие звезды одновременно с двух мест на Земле, удалось установить, что земная атмосфера простирается до высоты 200 *км*. Каждый наверно наблюдал, как летит по небу звездочка, оставляя длинный светящий след. Не думайте, что упала звезда. Нет, все звезды на небе целы и попрежнему сияют на своих местах. Пролетела же темная небольшая частичка, которых очень много носится в пространстве вселенной. Эта частичка вследствие трения о воздух загорается и сгорает, оставляя на мгновение тот блестящий след, который мы и наблюдаем.

Очевидно, что на тех высотах, где происходит загорание этих частичек, должен существовать уже воздух, или по крайней мере кислород, хотя бы крайне незначи-

тельной плотности. Мночисленные наблюдения над падающими звездами показали, что они загораются на высоте 200 *км* (см. рис. 13).

Время от времени в атмосфере наблюдается, в особенности в местах, лежащих около полюсов Земли, полярные сияния: небо тогда покрывается полосами, сотканными из зелено-желтых лучей. Лучистые полярные сияния наблюдаются на высоте от 60 до 200 *км*, сияния же в форме облаков, не имеющие такого лучистого строения, происходят на высоте 400 — 500 *км* (см. рис. 13). Полярные сияния есть не что иное, как свечение наэлектризованных частичек земной атмосферы.

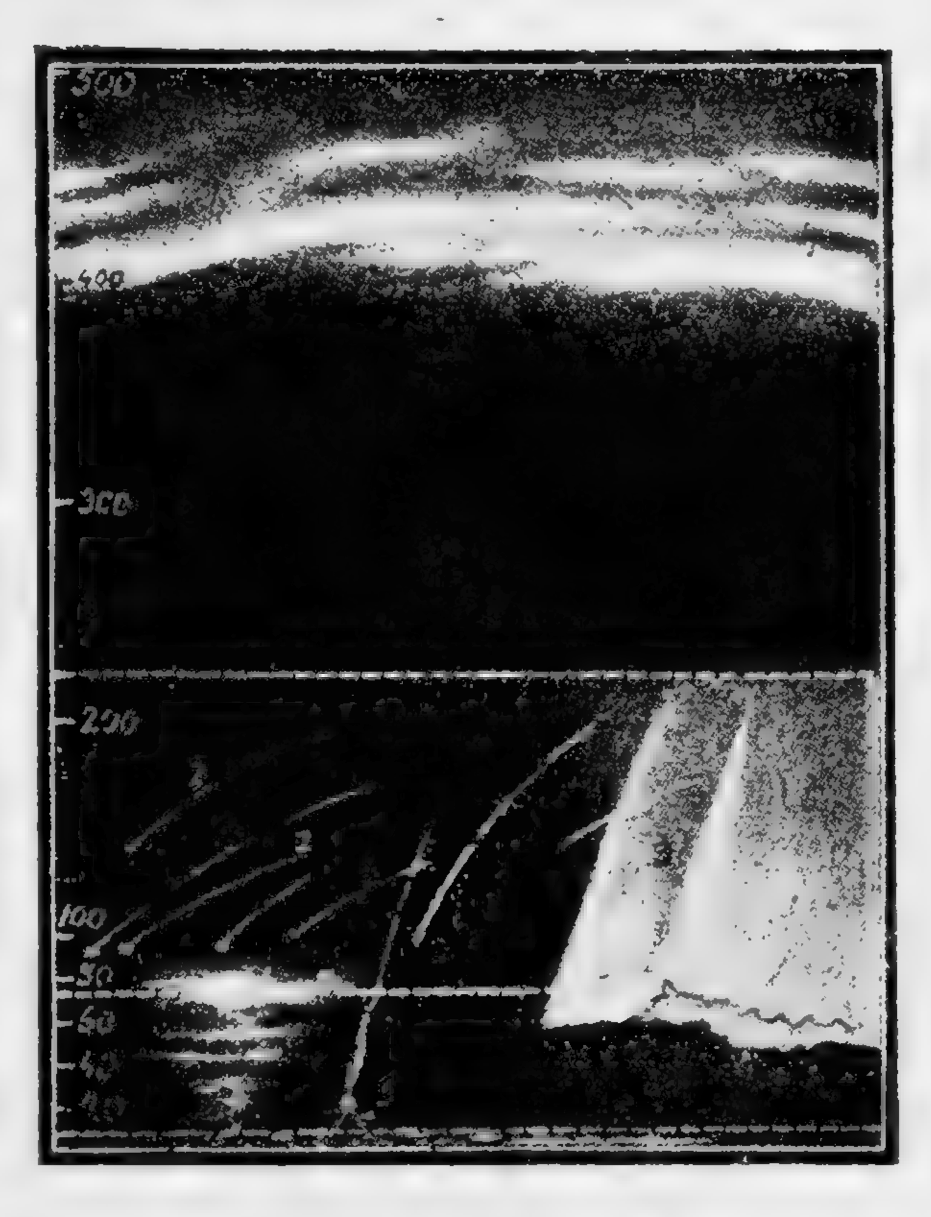


Рис. 13. Земная атмосфера. 1 — облачные полярные сияния; 2 — падающие звезды (метеоры); 3 — лучистые полярные сияния; 4 — светящиеся облака; 5 — болиды (более крупные метеоры); 6 — облака — перистые, слоистые и кучевые.

По химическому составу земная атмосфера состоит из смеси основных газов: азота, кислорода, аргона, гелия и водорода, а также углекислоты, водяных паров и мельчайшей пыли разнообразного происхождения.

В нижних слоях атмосферы преобладают тяжелые газы, как углекислота, кислород и азот. На высоте от 100 до 200 *км* находятся, главным образом, азот, гелий и водород, а выше 200 *км* — только водород и предполагаемый твердый пылеобразный азот, отвердевший под влиянием крайне низкой, ниже 200°, температуры.

Таким образом, можно считать, что земная атмосфера достигает высоты около 500 — 600 *км*, а затем идет безвоздушное пространство, в котором и находятся небесные светила.

Земля, как небесное тело. Земля, на которой мы живем и работаем, есть небольшое, по сравнению с другими, небесное тело. Земля имеет шарообразную форму, и поперечник ее составляет 128 000 *км*. Что говорит нам это число?

На первый взгляд, что Земля очень велика. Действительно, если принять рост человека за 2 *м* и сравнить его с поперечником Земли, то увидим, что человек по величине будет составлять меньше, чем одну шестимиллионную часть поперечника Земли. Нужно 6 400 000 людей наставить один на другого, чтобы составить длину поперечника Земли.

Самая высокая гора на Земле находится в Азии, в Гималайском хребте, она называется Гауризанкар (Эверест). Высота ее почти 9 *км*, что составляет меньше, чем 1/1400 часть поперечника Земли. Таким образом, самая высокая гора по сравнению с Землей будет все равно, что песчинка, приставшая к большому футбольному мячу. Вот как велика Земля, и как мал по сравнению с нею человек.

Земля не имеет никаких опор, свободно движется в пространстве. Она вращается вокруг своей оси с запада на восток, делая полный оборот в сутки, и движется вокруг Солнца тоже с запада на восток в течение года.

На первый взгляд может показаться странным, как это — вода, воздух, люди и все предметы держатся на Земле, — и не только на той стороне земного шара, на которой мы живем, но и на противоположной. Но это кажется странным только с первого взгляда.

Простые наблюдения говорят нам, что все, что падает, летит на Землю. Вода, воздух, люди и все предметы держатся на Земле только потому, что *Земля их притягивает к себе. Все, что находится на Земле, — стремится к Земле.* Иначе говоря, Земля имеет силу притягивать к себе все, что есть на Земле. Эта *сила называется силою тяжести.*

Живя и работая на Земле, человек все время большую часть своей работы затрачивает на преодоление этой силы тяжести, силы притяжения Земли. Двигается ли человек по поверхности Земли, поднимается ли он вверх, производит ли он какую-либо другую физическую работу — всюду главное усилие человек тратит на преодо-

ление этой силы тяжести. От нее никак нельзя избавиться. Она сопровождает человека всюду и всегда.

Теперь посмотрим, какое вещество, главным образом, входит в состав небесного тела, на котором мы живем.

Если исследовать горные породы земной коры, то оказывается, что плотность их, в среднем, в 3 раза больше воды. Глубокие слои Земли имеют плотность, равную 7 или 8, т. е. такую, как у железа. Средняя же плотность Земли составляет $5^1/_2$ по отношению к воде. Таким образом, по плотности земной шар занимает среднее место между железом и кварцем.

Железо, как показали исследования, находится почти на всех небесных светилах. Если все это сопоставить вместе, то мы можем без всякого сомнения утверждать, что и то небесное светило, на котором мы живем, т. е. Земля, в составе своем имеет, преимущественно, железо.

Посмотрим теперь, какое положение занимает Земля во вселенной.

Ближайшее к Земле небесное светило есть спутник Земли — Луна, находящаяся от Земли на расстоянии 384 000 *км*, т. е. 60 земных радиусов. Затем идет Солнце на расстоянии 150 миллионов *км*, т. е. 23 400 земных радиусов. Земной радиус есть половина поперечника Земли, т. е. расстояние от центра до поверхности Земли. Радиус Земли равен 6 400 *км*.

Вокруг Солнца, на различных расстояниях от него двигаются восемь, подобных Земле, небесных тел, называемых *планетами. Земля является одной из этих планет.* Эта солнечная семья состоит из следующих 8 планет, расположенных по порядку их расстояния от Солнца: Меркурий, Венера, Земля, Марс, Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун. Самая дальняя планета Нептун удалена от Земли на расстояние в 30 слишком раз больше, чем расстояние Земли от Солнца, что составит 4 500 миллионов *км*.[1] Солнце же само является одной из звезд Млечного Пути.

На каком же расстоянии от нас находятся звезды? Ближайшей к нам звездой является звезда Альфа Цен-

[1] В самое последнее время, в марте 1930 г. открыли еще одну планету. Эта девятая планета находится за Нептуном и является теперь „пока самой дальней планетой“ (см. гл. XV).

тавра, удаленная от нас на такое громадное расстояние, что свет от нее идет $4^1/_2$ года. Свет же в секунду проходит 300 000 *км.*

Расстояние, которое свет проходит в год, называется *световым годом.* Оно равно $365 \times 24 \times 60 \times 60 \times 300\,000$ *км* = = 9 500 000 000 000 *км* = 63 000 расстояний Земли от Солнца.

Таким образом, ближайшая к нам звезда, Альфа Центавра, удалена от нас на расстояние в $4^1/_2$ раза большее, чем световой год, т. е. на расстояние $4^1/_2 \times 9\,500\,000\,000\,000$ *км* = = 42 700 000 000 000 *км.*

Но это расстояние до ближайшей к нам звезды. От многих звезд свет идет до Земли десятки и сотни лет. Так громадны расстояния до звезд от Земли.

Чтобы хотя приблизительно представить себе эти громадные расстояния во вселенной, вообразим себе Землю в виде горчичного зернышка. Тогда на 1 *см* от него поместится Луна в виде макового зернышка, а на 12 *м* будет находиться Солнце в виде большого яблока. А далекая планета — Нептун, представится на этой модели горошиной на расстоянии $^1/_3$ *км* от Солнца.

Где же будет находиться на этой модели ближайшая к нам звезда? Она будет находиться от Солнца на таком же расстоянии, на каком находится от Москвы город Томск (3 600 *км*). Другие же звезды будут находиться на этой модели значительно дальше — далеко за пределами земного шара.

Таким образом, Земля во вселенной является песчинкой-атомом по сравнению с этими громадными светилами, находящимися при этом на огромных расстояниях от Земли.

Небесные светила. На небе мы видим Солнце, Луну и звезды. Все небо усеяно звездами, и кажется, что их так много, что нельзя и сосчитать. Еще первобытному кочевнику, чтобы не заблудиться в степях со своими стадами, приходилось наблюдать звезды, и по звездам находить себе путь в этих безграничных степях и лугах. Для земледельческого хозяйства нужно было предсказывать смену времен года, это заставило человека наблюдать движение Солнца и звезд более внимательно. А с ростом капиталистических отношений явилась потребность в определении по звездам местоположения корабля в море.

Итак, еще за много лет до нас люди внимательно наблюдали звезды и научились отличать одну звезду от другой. Тогда у людей не было ни часов, ни календаря. Это наблюдение неба дало человеку и часы и календарь.

Постепенно люди научились не только отличать одну звезду от другой, но и заметили, что звезды не меняют своего положения одна относительно другой, что они располагаются на небе разными фигурами и что эти фигуры всегда одинаковы.

В этих фигурах звезд на небе воображение людей представило себе различных зверей, героев, богов и различные предметы своего обихода.

Эти фигуры, или группы звезд, называются *созвездиями*. Такое деление всех звезд на созвездия хотя и мало обосновано и очень произвольно, но оно сохранилось и принято до сего времени.

В настоящее время на всем небе различают 85 созвездий.

Конечно, те формы, на которые указывают названия созвездий, могут быть представлены только с помощью большой фантазии. Например, на рисунке 14-м мы видим созвездия нашего северного неба, как они изображаются в старинном звездном атласе (XVII в.). Действительно, нужна большая фантазия, чтобы видеть эти созвездия на небе так, как они здесь показаны. Теперь мы отличаем созвездия одно от другого скорее по упрощенным геометрическим фигурам, чем по этим фантастическим рисункам (см. звездную карту в конце книги).

Звезд, видимых просто глазом, без помощи зрительной трубы, и которых на первый взгляд кажется бесчисленное множество, на самом деле оказывается на всем небе всего около 6 000. Небесный свод, распростертый над нами, составляет только половину всего звездного неба. Поэтому мы можем наблюдать в одно и то же время только половину всех видимых звезд, т. е. только около 3 000 звезд.

Совсем нетрудно отличить одну звезду от другой: одни звезды блестят ярче, другие — слабее: одни — красноватые, другие — белого или иного цвета.

По яркости звезды делятся на *величины*. Самые яркие звезды суть звезды первой величины. Их на всем небе

всего только 19 звезд. Например: Арктур, Капелла, Вега, Сириус, Регул (см. звездную карту).

Звезд второй величины 65. Например, звезды Большой Медведицы. Звезд третьей величины всего 200. Чем меньше яркость звезды, тем больше их на небе.

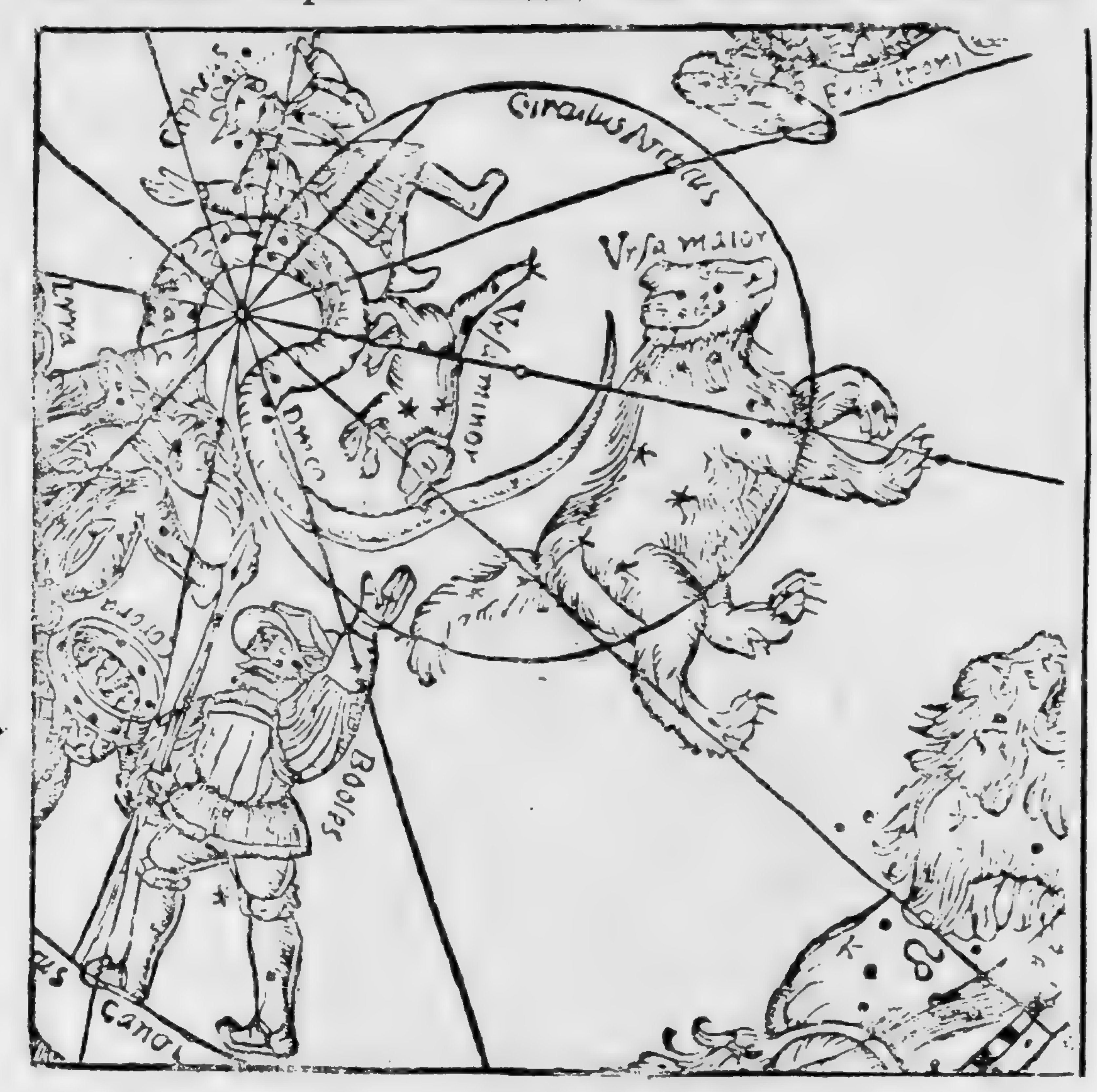


Рис. 14. Созвездия: Б. Медведица, М. Медведица, Дракон, Волопас, Сев. Корона, Цефей, Лев — по старинному звездному атласу (XVII века).

Глазом, без зрительной трубы, мы можем различить звезды только до 6-й величины.

Звезда шестой величины как раз является пределом видимости нашего глаза. Интересно проверить свое зрение. Можете ли вы видеть звезду шестой величины? Как на пример такой звезды, можно указать на звезду

Алькор. Ее найти можно следующим образом. Найдем на небе сперва созвездие Большой Медведицы. Предпоследняя звезда хвоста Большой Медведицы есть звезда 2-й величины — Мицар, а рядом с ней видна звездочка 6-й величины. Это и есть Алькор, что в переводе значит „наездник". Если вы видите эту звезду простым глазом, то у вас острое зрение.

Если мы возьмем зрительную трубу, хотя бы простой театральный бинокль, то сможем уже увидеть звезды 7-й, 8-й и т. д. величины, смотря по силе зрительной трубы.

В самые сильные астрономические трубы теперь можно различать звезды до 14-й величины. Эти звезды тоже сосчитаны. Оказывается, что всех видимых в самые сильные астрономические трубы звезд всего только 42 миллиона.

Начиная же со звезд 15-й величины, их можно наблюдать в телескоп только при помощи фотографии, снимая их на фотографическую пластинку, а глазом они не видны. Современное состояние техники астрономических наблюдений дает нам возможность теперь наблюдать всего около миллиарда звезд до 19-й величины, видимых в самые сильные телескопы при помощи фотографии.

Кроме звезд, Солнца и Луны, к небесным светилам принадлежат и так называемые *планеты*, что в переводе означает *блуждающие* светила. Неопытный глаз с трудом отличит планету от звезды. Планета кажется для невооруженного глаза такой же светлой точкой, как и звезда, но только она не так сильно мерцает, как звезда: планета светит более ровным ярким светом. Но стоит только взять зрительную трубу, как это различие звезды и планеты выступит резко: в трубу звезды кажутся точками, а планеты — кружками.

Если наблюдать положения светил на небе хотя бы невооруженным глазом, то мы легко заметим, что звезды не меняют своего положения относительно друг друга, в то время как планеты перемещаются.

Планеты: Меркурий, Венера, Марс, Юпитер и Сатурн могут быть найдены на небе и наблюдаемы невооруженным глазом. Но планеты Уран и Нептун видны только в зрительную трубу. Наблюдать планеты в зрительную

трубу, конечно, представляет собой много интересного, так как тогда мы можем видеть, смотря по силе трубы, некоторые подробности на поверхности этих планет.

Иногда на небе бывают видны особенные светила с хвостом. Это — *кометы*, что значит в переводе „косматые" звезды. Они появляются большею частью неожиданно и бывают видимы только несколько дней и недель, изменяя при этом свое положение на небе между звезд, а также и свой внешний вид.

Вид звездного неба. Чтобы уметь находить звезды и созвездия на небе, нужно знать хотя бы одно созвездие. Созвездие, которое, наверное, все знают, есть Большая Медведица. Постарайтесь его отыскать на небе сегодня же вечером, если небо не будет покрыто облаками и будут видны звезды.

В этом созвездии семь ярких звезд второй величины расположены в виде ковша с ручкой: они сразу бросаются в глаза. Искать это созвездие надо около середины неба или на северной стороне неба.

Если соединить мысленно линией две крайние звезды Большой Медведицы — носик ковша — и продолжить эту линию, примерно, на расстояние от носика до конца ручки ковша, как это показано на рис. 15, то мы найдем самую замечательную звезду нашего неба, так называемую *Полярную звезду*, или *полюс мира*.

Из всех звезд одна только эта звезда всегда видна на одном и том же месте, — недалеко от середины неба, пряму к северу. По этой звезде, во всякое время ночи, можно указать, где север. Если стать лицом к Полярной звезде, то прямо перед вами на горизонте будет *север*, позади вас — *юг*, направо — *восток*, а налево — *запад*.

Полярная звезда есть звезда Альфа (α) Малой Медведицы, она второй величины. Само созвездие Малой Медведицы также похоже на ковшик, только он меньше и обращен в обратную сторону, чем Большая Медведица. Полярная звезда находится в самом конце ручки этого ковшика, и если ее найти на небе, то легко найти и все созвездие Малой Медведицы.

Чтобы узнать другие созвездия, лежащие около Большой Медведицы, нужно только проводить, как это показано на рис. 15, линии и по небу мысленно — такие же линии. Так мы найдем созвездие Волопаса с яркой

звездой Арктур, созвездие Льва со звездой Регул, созвездие Возничего со звездой Капелла и созвездие Близнецов со звездами Кастор и Поллукс.

Теперь, зная эти созвездия и умея их находить на небе, легко перейти к ознакомлению и с остальными созвездиями. Для этого применяют тот же способ, т. е. берут звездную карту, приложенную в конце книги,

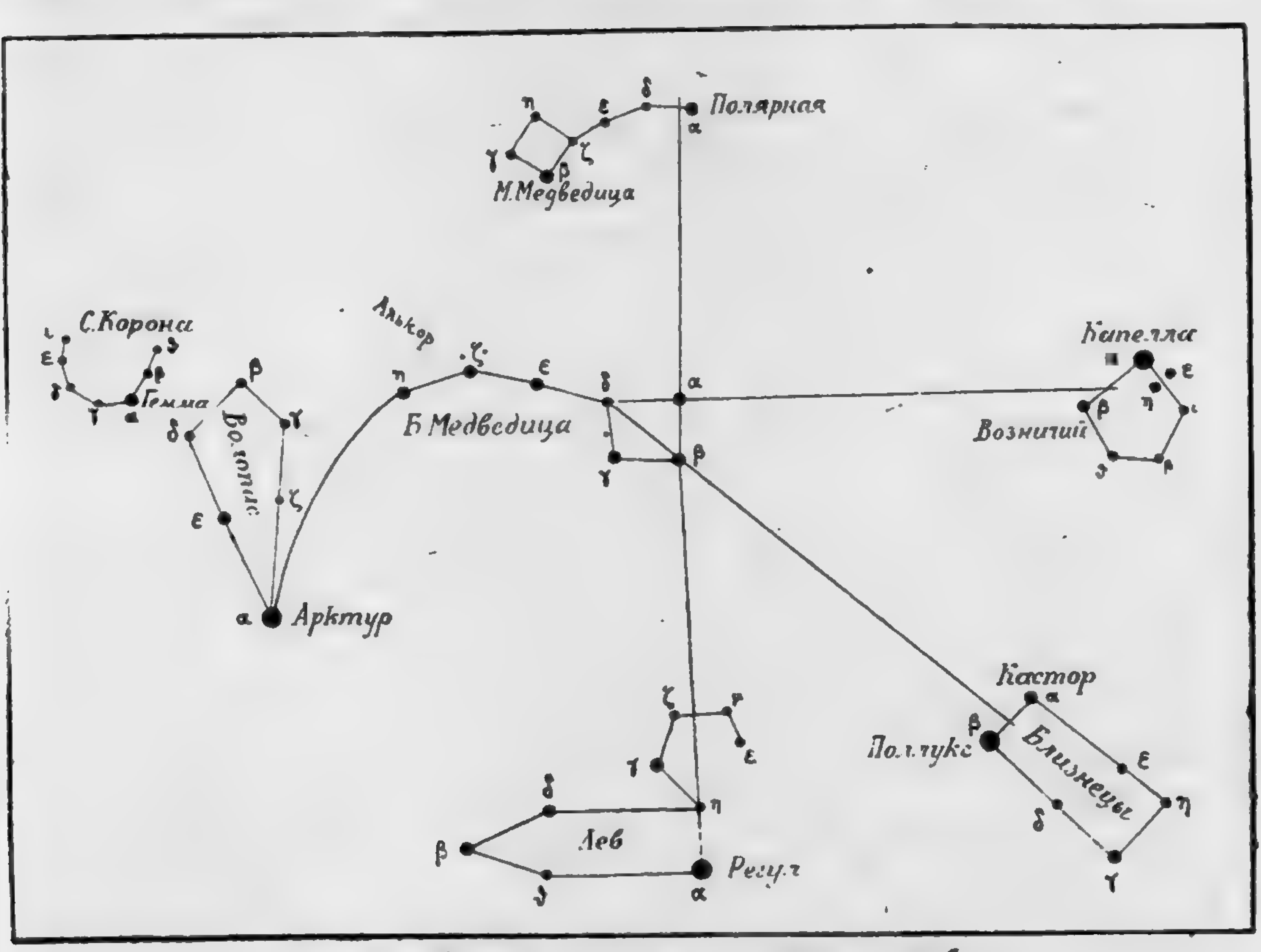


Рис. 15. Как находить созвездия на небе.

и проводят на этой карте линии от знакомого созвездия и по небу мысленно такие же линии, а затем сравнивают найденную на небе группу звезд со звездной картой. При этом сравнении созвездий на небе с рисунком их на карте необходимо держать карту над головой в таком же положении, как расположены на небе звезды в созвездии, от которых мы исходили. Тогда созвездия, лежащие на карте вправо от исходного созвездия, и на небе будут лежать вправо. Созвездия, лежащие на карте влево, — и на небе будут влево.

Таким образом, мы сможем найти любое созвездие нашего неба и любую звезду.

Видимое суточное движение небесного свода. Каждый видел, как Солнце постепенно поднимается над горизонтом все выше и выше, достигает в полдень наибольшей своей высоты и потом также постепенно опускается на западную часть горизонта.

Если стать спиной к северу, а лицом к югу, то мы увидим, что это движение Солнца по небу происходит с востока на запад, т. е. от левой руки к правой.

Такое же движение с востока на запад имеет Луна.

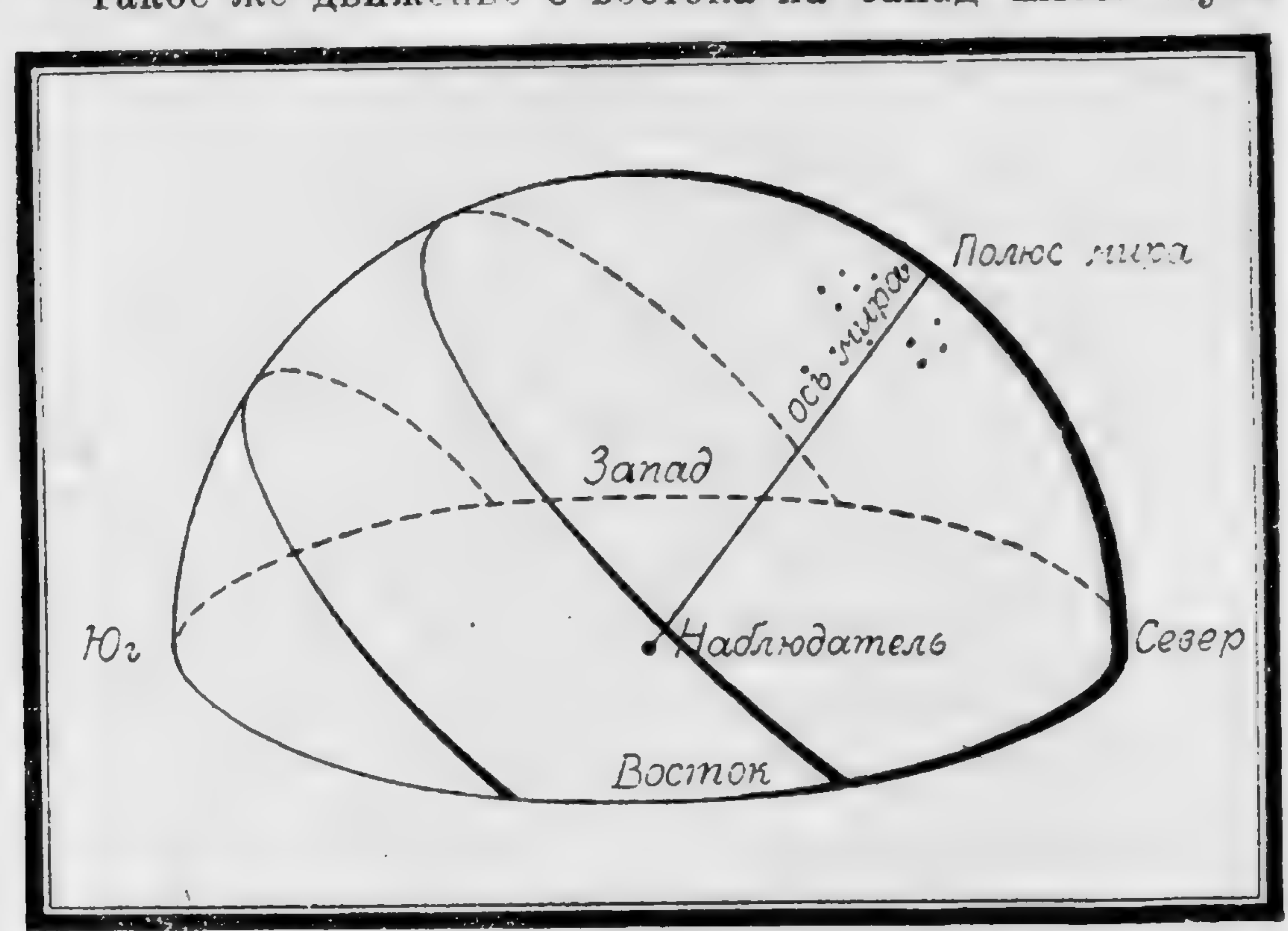


Рис. 16. Видимое суточное движение небесного свода.

Это видел, наверное, каждый. Такое же движение с востока на запад, оказывается, имеют все звезды и все небесные светила.

Если вы посмотрите внимательнее, то заметите, что фигуры созвездий остаются одни и те же. Все звезды вместе перемещаются, сохраняя неизменным свое положение относительно друг друга.

Таким образом, все звезды восходят на восточной части горизонта и заходят на западной части горизонта. Только одна звезда остается неподвижной, это—Полярная звезда.

При этом видимом движении, все небо, со всеми находящимися на нем звездами, как одно целое, вращается с востока на запад вокруг оси, направленной к Полярной звезде (см. рис. 16).

Эта воображаемая ось, вокруг которой происходит вращение небесного свода, называется *осью мира*. А конец этой оси называется *полюсом мира*. Он лежит как раз около Полярной звезды.

Такое движение небесного свода с востока на запад называется *видимым суточным движением небесного свода*. Суточным — потому, что оно заканчивается в сутки, а видимым — потому, что оно только видимое, кажущееся, т. е. лишь обман нашего зрения. На самом деле, не звезды так стройно и в таком порядке двигаются с востока на запад вокруг ничтожно малой Земли, а Земля вращается вокруг своей оси с запада на восток.

Звездное небо в различное время года. Еще в глубокой древности люди умели по звездам предсказывать смену времен года, наступление весны и разлива рек, наступление летних знойных дней и дождливой осени.

Действительно, стоит только внимательнее наблюдать звездное небо в одни и те же вечерние часы, и мы легко заметим, что в разное время года, в разные месяцы вид звездного неба меняется.

Некоторые созвездия по вечерам в один и тот же час, но в разные времена года, видны на разных частях горизонта. А некоторые созвездия в некоторые месяцы совершенно не видны ночью. Во всем этом нужно самим убедиться.

Наблюдая сразу после захода Солнца созвездия, видимые на западной части горизонта, мы заметим здесь осенью созвездие Волопаса с Арктуром, зимой — Орла с Альтаиром, весной — Тельца с Альдебараном, летом — Льва с Регулом.

Летом, в сумерки, на южной стороне неба прежде всех загораются три звезды: над головой у нас Вега в созвездии Лиры, налево и ниже Альтаир в созвездии Орла, а далеко направо — Арктур в созвездии Волопаса. На северной же стороне неба невысоко стоит созвездие Возничего с Капеллой.

К осени, по вечерам вид звездного неба меняется

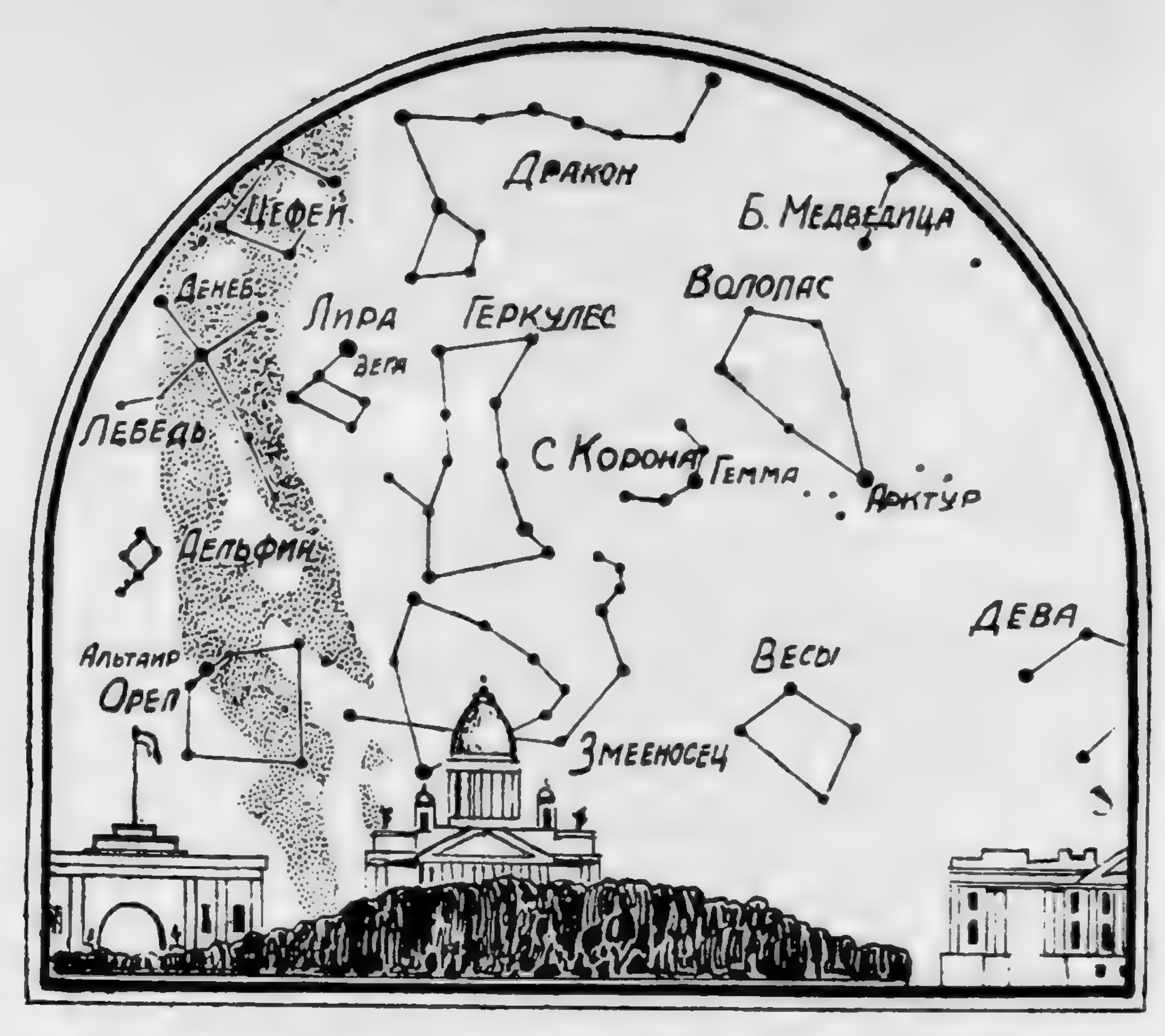


Рис. 17. Вид южной части звездного неба 5 августа в 8 ч. вечера в Ленинграде.

(см. рис. 17). Лебедь, Лира, Орел и Волопас подвигаются к западу и спускаются ниже, а Возничий переходит на восток и поднимается все выше и выше.

К зиме Арктур, а за ним и Альтаир заходят вечером и скрываются под горизонтом, а Вега и Лебедь видны на северной части неба, там, где летом блестела Капелла.

Но на южной стороне неба, в зимние вечера, перед нашими глазами открывается чудесная картина: величественное созвездие Ориона с яркими звездами Бетельгейзе, Ригель и поясом Ориона, сияет на небе.

Влево и книзу от Ориона, по продолжению пояса Ориона, увидим самую яркую звезду нашего неба — Сириус, из созвездия Большого Пса. Вправо и выше от

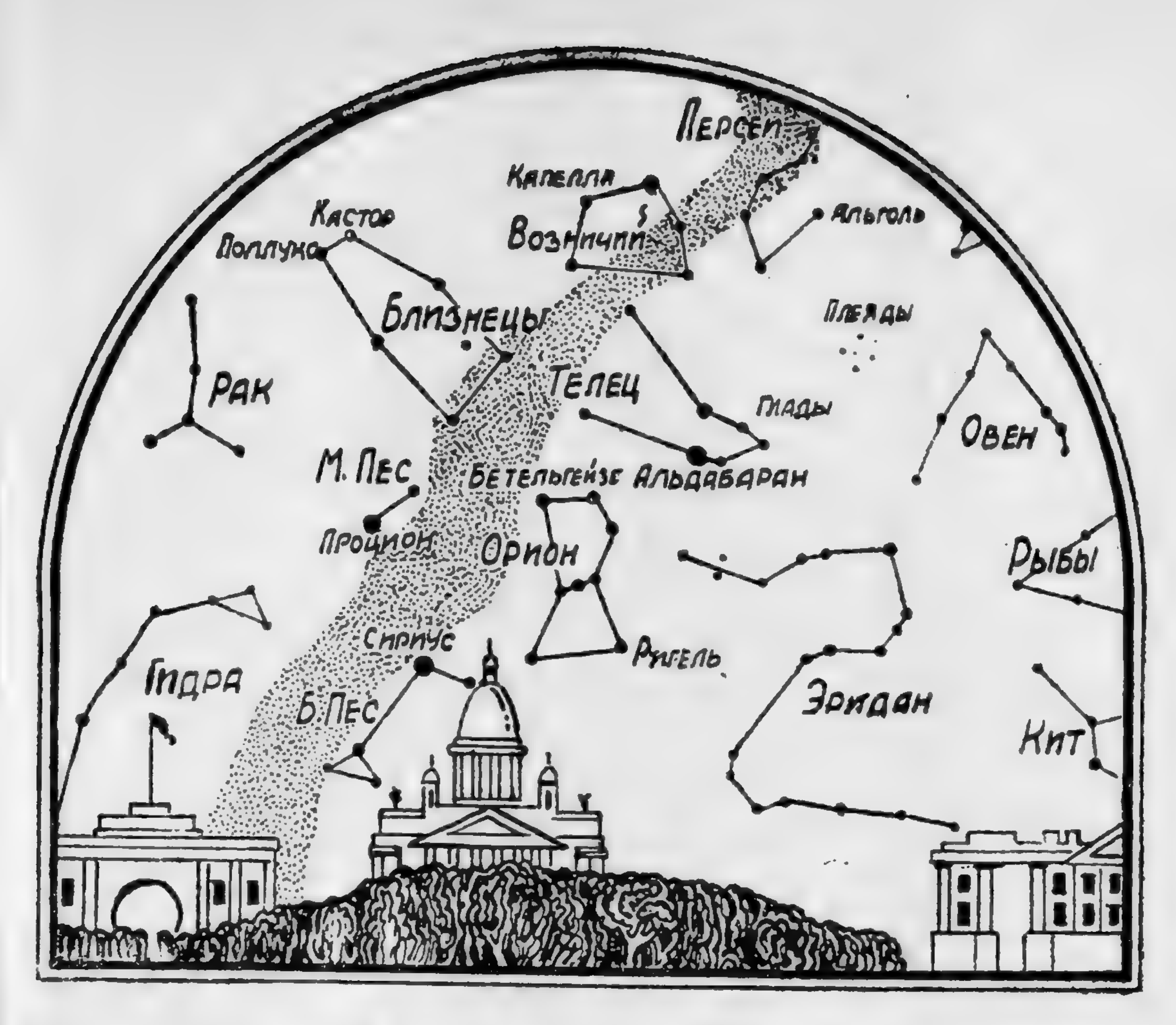


Рис. 18. Вид южной части звездного неба 5 февраля в 8 ч. вечера в Ленинграде.

Ориона виден красный Альдебаран и кучка звезд — Плеяды в созвездии Тельца.

Влево и выше Ориона видны созвездие Близнецов с Кастором и Поллуксом, а немного ниже их блестит Процион — яркая звезда Малого Пса (см. рис. 18).

В весенние же вечера появляется на восточной части неба Колос, звезда 1-й величины, из созвездия Девы. Это — весенняя звезда.

Сравните вид одной и той же части неба 5 февраля и 5 августа, как это показано на рисунках 17 и 18, и вы заметите, что, действительно, в разные месяцы вид звездного неба различен.

Подведем теперь итог. Мы познакомились с 12 созвездиями, имеющими звезды 1-й величины.

Из них Лира, Лебедь и Возничий видны во всякое время года.

Волопас виден по вечерам с января по сентябрь.

Орел — во второй половине года, летом и осенью.

Близнецы и Телец — в зимнюю половину года, с поздней осени до весны.

Орион, Большой Пес и Малый Пес — в зимние месяцы, с декабря по март.

Лев — в первую половину года, зимой и весной.

Дева — весною.

Как раз над головой у нас видны в зимние вечера Возничий, летом — Лира, ранней весной — Лев, в мае — Волопас.

Интересно также наблюдать по вечерам положение Большой Медведицы в различное время года. Оказывается, что весной, по вечерам, хвост Большой Медведицы обращен к востоку, летом он обращен к югу, осенью — к западу, а зимой — к северу.

Изменение вида звездного неба в течение года происходит от того, что Земля в течение года движется вокруг Солнца.

ГЛАВА IV.

КАК НАУКА ОПРЕДЕЛЯЕТ РАССТОЯНИЯ ДО НЕБЕСНЫХ СВЕТИЛ.

Параллакс. Каждый, кто ездил по железной дороге, наблюдал не раз, как мимо окна несутся телеграфные столбы, будки, деревья и медленно-медленно перемещаются далекие предметы. Чем ближе к нам предмет, тем видимое смещение его больше при одном и том же нашем перемещении мимо этого предмета.

Телеграфные столбы ближе к полотну железной дороги, чем далеко стоящий лес, поэтому видимое смещение телеграфных столбов при движении поезда сразу бросается в глаза, а видимое смещение деревьев далеко стоящего леса только едва-едва заметно.

Таким образом, мы видим, что по величине видимого смещения предмета можно судить о расстоянии до предмета: *чем больше это смещение, тем ближе к нам находится этот предмет.*

На этом принципе и основано определение расстояний до светил. По углу видимого смещения небесного светила и по перемещению наблюдателя можно судить о расстоянии до светила.

Таким образом, для определения расстояния до светила нужно только измерить при помощи точных инструментов угол видимого смещения светила на небе при перемещении наблюдателя и знать величину этого перемещения наблюдателя.

На рис. 19 показано, что наблюдатель, находящийся в месте I, видит светило на небе в точке А, а из II положения — в точке Б. Угол видимого смещения называтся *параллаксом*, а величина перемещения наблюдателя из I положения во II называется *базисом.*

Как параллакс, так и углы при точках I и II этого основного треугольника для определения расстояний до светил определяются при помощи точных измерений угломерными инструментами. А базис находится непосредственными измерениями при помощи вычислений, зная перемещение наблюдателя в пространстве за это время.

Таким образом, в основном треугольнике (см. рис. 19) между светилом и точками I и II будут известны углы и одна сторона. Остальные стороны этого треугольника, представляющие собой искомые расстояния светила от наблюдателя в I или во II положениях, определяются на основании геометрических построений или при помощи тригонометрических формул.



Рис. 19. Основной треугольник для определения расстояний до светил.

Так находят расстояние до небесных светил.

Расстояние до Луны. Для определения расстояния до Луны была специально построена обсерватория на мысе Доброй Надежды. И нужно отдать справедливость, что намеченная цель была достигнута этой обсерваторией в совершенстве, расстояние до нашего спутника было очень точно определено по видимому смещению Луны при одновременных наблюдениях ее с мыса Доброй Надежды и из Берлина в 1751 году.

Видимое смещение Луны при одновременном наблюдении ее из Берлина и с мыса Доброй Надежды составляет около трех видимых диаметров Луны, т. е. около $1^1/_2$ градусов. Зная расстояние Берлина от мыса Доброй Надежды, можно теперь по этому смещению Луны легко определить и расстояние до Луны.

Видимое смещение светила при перемещении наблюдателя на величину радиуса Земли называется *суточным параллаксом*. Для Луны он равен 57 минутам. Определив суточный параллакс из наблюдений Луны, легко найти по формулам тригонометрии и расстояние до Луны. Таким образом, нашли, что расстояние от Земли до Луны равно 60 земным радиусам, т. е. $6\,400 \times 60 = 384\,000$ ***км.***

При помощи суточного параллакса определяются

расстояния до Солнца и до планет. Только расстояния до звезд нельзя определить при помощи суточного параллакса. Звезды находятся от нас так далеко, что перемещение наблюдателя по земной поверхности на величину даже целого диаметра Земли (12 800 *км*) не вызывает никакого видимого смещения звезд на небе. Земля по сравнению с расстояниями до звезд — пылинка, атом. Поэтому, чтобы определить расстояния до звезд, нужно перемещаться в пространстве на большие расстояния — на несколько сот миллионов километров.

Расстояние до Солнца. Суточный параллакс Солнца тоже очень маленькая величина, всего только около 9 секунд.

Поэтому, несмотря на имеющиеся у нас точнейшие инструменты, не удалось еще измерить непосредственно суточный параллакс Солнца, т. е. видимое смещение Солнца при перемещении наблюдателя по земной поверхности на величину радиуса Земли.

Чтобы представить себе, как мал параллакс Солнца и как велико расстояние от Земли до Солнца, вообразим в нашем основном треугольнике для определения расстояний до светил (см. рис. 19) базис, равным 1 миллиметру. Тогда другая сторона этого треугольника, т. е. расстояние до Солнца, выразится длиною в 12 метров, Для вычерчивания такого треугольника при определении расстояния до Солнца понадобится лист бумаги шириною, как большая городская улица, причем вся Земля на этом чертеже будет только с булавочную головку.

Одним словом, параллакс Солнца — очень мал.

Вследствие такой чрезвычайно малой величины солнечного параллакса определить его непосредственными измерениями, как это сделано для Луны, нельзя.

Обошел это затруднение при определении параллакса Солнца впервые астроном Галлей, друг и современник Ньютона.

Способ Галлея основан на том, что при прохождении Венеры перед диском Солнца изображение ее видно на диске Солнца, как на экране.

Пусть наблюдатель находится на Земле в точке *А* (см. рис. 20), он будет видеть Венеру, проходящую по диску Солнца, по прямой *С*, а наблюдатель из точки *В* — увидит Венеру, проходящей по прямой *Д*.

Измерив угловое расстояние между этими прямыми $Д$ и $С$ и зная из теоретической астрономии отношение между расстояниями от Венеры и от Солнца до Земли, легко найдем из подобия треугольников параллакс Солнца.

Этот способ был предложен Галлеем в 1691 г. и применялся в прохождениях Венеры по диску Солнца в 1761, 1769, 1874 и 1882 годах.

Соотношение движений Земли и Венеры по их путям вокруг Солнца делает то, что Венера может проходить перед диском Солнца через правильные промежутки времени в $113^{1}/_{2}$ лет, увеличенные или уменьшенные на 8 лет. Таким образом, ближайшее прохождение Венеры по диску Солнца будет 8 июля 2004 г. и 6 июня 2012 г.

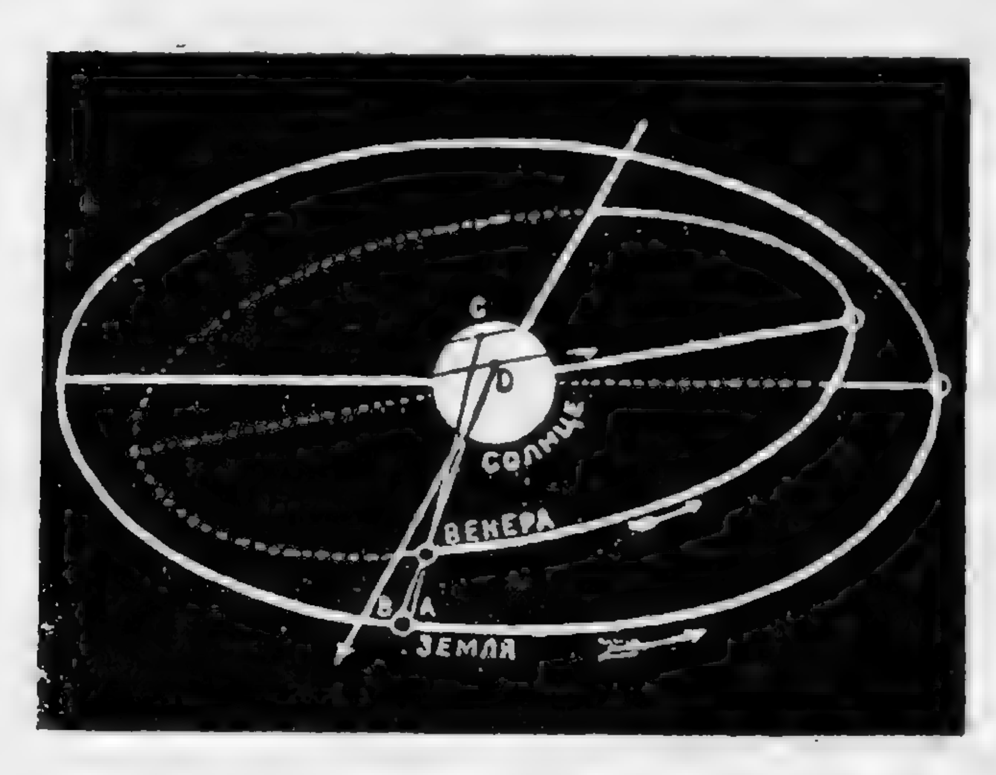


Рис. 20. Прохождение Венеры по диску Солнца.

Кроме этого способа Галлея, определяют параллакс Солнца из наблюдений параллакса Марса или какого-нибудь астероида при их ближайших положениях к Земле.

Ни одно великое противостояние Марса, т. е. ближайшее его положение к Земле, не пропускалось астрономами для определения расстояния до Солнца. Таким образом, в 1862, 1877, 1892, 1909 и в 1924 годах астрономы определяли параллакс Марса, чтобы потом отсюда найти параллакс Солнца.

Из астероидов очень удобен для определения параллакса Солнца астероид, открытый в 1898 году и названный Эросом. Он подходит к Земле почти вдвое ближе, чем Марс, а именно на расстояние всего только 23 миллионов километров.

Такие приближения Эроса бывают, однако, раз в 30 лет. Последнее его приближение к Земле было в 1901 году, и тогда астрономы всех стран определяли параллакс

Эроса, чтобы потом найти параллакс Солнца, а отсюда и расстояние до Солнца. В конце 1930 года Эрос опять очень близко подойдет к Земле, и все обсерватории земного шара будут наблюдать Эрос, чтобы из этих наблюдений определить расстояние до Солнца.

Все эти определения расстояния до Солнца, сделанные различными способами, теперь привели астрономов к полному согласию. Параллакс Солнца равен 8,8 секунды. Отсюда расстояние от Земли до Солнца получается равным 150 миллионам *км*.

Расстояние до планет. Расстояние до планет находится также при помощи суточного параллакса.

Кроме того, при определении расстояний до Меркурия и Венеры пользуются измерениями углов наибольшего удаления этих планет от Солнца. Тогда, зная величину расстояния Земли от Солнца, можно из треугольника Земля, Солнце и планета найти искомое расстояние Меркурия или Венеры от Солнца.

Затем, расстояния планет от Солнца определяются из наблюдений времени полного оборота планеты вокруг Солнца, применяя третий закон Кеплера: «квадраты времен полных оборотов планет вокруг Солнца относятся, как кубы их средних расстояний от Солнца» (см. гл. XIII).

Расстояние до звезд. Расстояние до звезд определяется из наблюдений видимого смещения звезды при перемещении наблюдателя вместе с Землей в пространстве вокруг Солнца. Наблюдая при помощи точнейших инструментов положение какой-нибудь звезды на небе, например, в январе, мы увидим ее через 6 месяцев, в июле, смещенной на небе. За это время мы сами переместились в пространстве на расстояние, равное поперечнику земной орбиты, т. е. переместились почти на 300 миллионов километров.

Несмотря на такое большое перемещение нас в пространстве, видимое смещение звезды будет едва заметно,— оно будет составлять самое большое угол в $1^1/_2$ секунды. Это говорит нам о том, что расстояния до звезд громадны.

Видимое смещение звезды при перемещении наблюдателя на расстояние, равное радиусу земной орбиты, т. е. 150 миллионов *км*, называется *годичным параллаксом*.

Зная годичный параллакс звезды, мы найдем искомое расстояние до звезды, как это показано на рис. 19.

Определить годичный параллакс звезд, однако, представляет огромные трудности вследствие его чрезвычайно малой величины.

Еще до изобретения трубы астрономы старались определить годичный параллакс звезд, но все было напрасно.

Изобретение трубы увеличило точность астрономических наблюдений и дало возможность измерять небольшие углы Но чтобы действительно обнаружить это видимое смещение звезд при движении Земли вокруг Солнца, понадобилось ждать улучшения техники в течение многих столетий. Только в первой половине XIX столетия, а именно в 1837 г., впервые Бесселю удалось измерить параллакс звезды 61-я Лебедя и найти его равным $^1/_2$ секунды. На следующий год В. Струве определил параллакс Веги, равный $^1/_5$ секунды. Приблизительно одновременно с Бесселем и Струве астроном Гендерсон на мысе Доброй Надежды нашел параллакс ближайшей к нам звезды Альфа Центавра, который оказался равным $^3/_4$ секунды.

Таким образом, мы видим, что годичный параллакс звезд не достигает даже 1 секунды. Такая ничтожно малая величина годичного параллакса говорит нам о громадном расстоянии до звезд. Действительно, ближайшая к нам звезда Альфа Центавра удалена от нас на громадное расстояние, которое свет при скорости в 300 000 *км* в секунду проходит в $4^1/_2$ года.

Единицей меры для измерения расстояний до звезд служит *световой год*, т. е. расстояние, которое свет проходит в год. Оно равно 9 500 000 000 000 *км*, т. е. 63 000 расстояний Земли от Солнца (см. гл. III). Так определяют расстояния до звезд.

ГЛАВА V.

КАК ОПРЕДЕЛЯЮТ ПОЛОЖЕНИЕ МЕСТА НА ЗЕМЛЕ.

Определение широты. Положение места на земном шаре определяется *широтой и долготой.* Широта есть дуга меридиана от земного экватора до данного места, а долгота — дуга экватора от меридиана, принятого за главный, до меридиана данного места. Например, широта Ленинграда будет 59°57′ северная, а долгота 30°15′ к востоку от Гринвичского меридиана. Ось мира, как мы уже знаем из предыдущего, есть не что иное, как земная ось, а полюс мира — пересечение земной оси с небесным сводом. Вследствие этого, плоскость земного экватора и плоскость небесного экватора совпадают. Отсюда получается, что широта места на Земле равняется как раз высоте полюса мира над горизонтом в этом месте. Иначе говоря, угол наклона оси мира к горизонту и равен широте места.

Таким образом, для определения широты места нужно измерить угол наклона оси мира или измерить высоту полюса мира над горизонтом.

Есть много способов определения широты места. Главнейшие из них следующие:

1. По Полярной звезде. Полюс мира находится, как мы знаем, около звезды Альфа Малой Медведицы (Полярной звезды). Поэтому, чтобы определить широту места, нужно только измерить каким-нибудь угломерным инструментом высоту звезды Альфа Малой Медведицы. Найденная таким образом высота звезды Альфа Малой Медведицы будет приближенная широта места, так как полюс мира не находится точно на самой звезде Альфа Малой Медведицы, а немного отстоит от нее.

Чтобы найти при помощи этого способа точную широту места, нужно принять во внимание поправку, т. е. на сколько отстоит Альфа Малой Медведицы от полюса мира. Эта поправка дается в астрономических календарях.

2. По незаходящей звезде. Если внимательно посмотреть на ту часть неба, где находится Полярная звезда, то мы увидим, что многие, так называемые *околополярные звезды* никогда не заходят под горизонт. Например, у нас в северных широтах СССР околополярными созвездиями будут: Б. Медведица, М. Медведица, Кассиопея, Лира и др. Околополярные звезды при видимом их движении по небу вокруг оси мира отстоят от полюса мира все время на одно и то же угловое расстояние. И полюс мира, поэтому, занимает как раз среднее положение между положениями такой околополярной звезды в момент, когда она проходит через меридиан места.

Поэтому, если измерить высоту какой-нибудь околополярной звезды в тот момент, когда она будет проходить через меридиан над осью мира, а потом — высоту этой же звезды, когда она проходит меридиан под осью мира, то полусумма этих высот и будет как раз высота полюса мира, т. е., иначе говоря, точно широта данного места на Земле.

Так определяют широту места по незаходящей (околополярной) звезде. Неудобство этого способа заключается в том, что нужно ждать 12 часов от одного прохождения звезды через меридиан до следующего прохождения этой звезды через меридиан.

Но есть способ, когда вовсе не надо ждать на одном и том же месте полсуток, чтобы определить широту. Этот способ следующий:

3. По наблюдению любой звезды. Точка небесного свода, находящаяся как раз над нашей головой, называется *зенитом.* Расстояние в градусах от звезды до зенита называется *зенитным расстоянием* этой звезды. Круг, проходящий через ось мира и данную звезду, называется *кругом склонения.* Дуга этого круга от небесного экватора до данного светила называется *склонением* светила.

В звездных каталогах указаны склонения звезд, а в астрономических календарях, кроме того, даны еще

и склонения Солнца, Луны и планет на любой день года.

Чтобы определить широту места при помощи этого способа, пользуются соотношением между склонением светила, его зенитным расстоянием и широтою данного места.

А именно — склонение светила, сложенное с его зенитным расстоянием, в момент прохождения этого светила через меридиан над осью мира, равняется как раз широте места.

Склонение светила берется из астрономического календаря или из звездного каталога, а зенитное расстояние светила измеряется угломерным инструментом в момент прохождения этого светила через меридиан. Сложив эти две величины, мы и получим широту данного места.

Так путешественники, наблюдая Солнце в полдень, определяют днем широту места. А ночью широта места определяется в любой момент, так как всегда какая-нибудь звезда проходит через меридиан места. Для этого нужно только измерить ее зенитное расстояние и знать, какая это была звезда, чтобы по звездному каталогу найти склонение этой звезды. Прибавляя к измеренному зенитному расстоянию звезды ее склонение, получим широту места.

Определение долготы. Долгота места на Земле определяется на основании того, что разность долгот двух мест на Земле равняется разности показаний часов этих мест в один и тот же момент.

Поэтому, чтобы определить долготу одного места по отношению к другому, нужно только определить, какова будет разность в показаниях часов в этих местах в один и тот же момент. Например, часы, идущие по местному времени, в Ленинграде, показывают на 2 ч. 1 м. больше, чем часы в Гринвиче (обсерватория около Лондона, от которой считаются все долготы на земном шаре), поэтому долгота Ленинграда будет равна 2 ч. 1 м., считая от Гринвичского меридиана.

Гринвичский меридиан является *нулевым* меридианом, так как от него принято считать долготы мест на Земле. Вся окружность, т. е. 360 градусов, соответствует 24 часам. Следовательно, один час есть угол в $\frac{360}{24} = 15$ гра-

дусов, а одна минута есть угол $\frac{15}{60} = \frac{1}{4}$ градуса, т. е. 15 минутам.

Таким образом, долгота Ленинграда будет 2 ч. 1 м., или 30°15′ к востоку от Гринвича.

Для определения долгот существуют следующие главнейшие способы.

1. Способ сигналов (по радио, по телеграфу и по телефону). Из одного места на Земле дается сигнал времени по радио, или по телеграфу, или по телефону. Этот сигнал времени дает точное время для определенного места на Земле, например Гринвича. Там, где этот сигнал приняли, смотрят на свои часы и записывают, сколько их местные часы показывали времени в этот момент. Само собой понятно, что нужно предварительно проверить свои местные часы по наблюдению движения небесных светил. Разность в показаниях этих местных часов и принятого гринвичского времени и даст нам долготу этого места от Гринвича.

2. Способ перевозки хронометров. До изобретения телеграфа и радио долгота определялась способом перевозки хронометров. Из одного места с большими предосторожностями везут в другое место точно идущие часы-хронометры. В этом втором месте по наблюдению движения небесных светил определяют местное время, а затем сравнивают показания привезенных хронометров с этим местным временем. Разность этих времен и будет разность долгот.

Чтобы иметь гарантию, что хронометр не остановится в пути, или от тряски или качки будет показывать неверно, везут сразу несколько хронометров, упаковывая их особенно тщательно. Все хронометры не могут сделать одну и ту же ошибку в своих показаниях. Поэтому получается гарантия, что привезенное время на хронометрах будет точное время.

Так в 1843 г. была определена с большой точностью долгота Пулковской обсерватории. Для этого из Гринвича в Пулково и обратно перевозили несколько раз 70 хронометров. Теперь это определение долготы Пулковской обсерватории проверили при помощи радио и убедились, что долгота Пулковской обсерватории определена чрезвычайно точно, до сотой доли секунды.

3. Способ наблюдения небесных явлений. Этот способ есть тот же способ сигналов, только в роли сигналов здесь будут небесные явления. Например, затмения спутников Юпитера, покрытия звезд Луною, лунные затмения и вообще явления, совершающиеся в один и тот же момент для всего земного шара.

Моменты этих явлений по гринвичскому времени даются в астрономических календарях. Чтобы определить долготу места при помощи этого способа, наблюдают одно из этих явлений по местному времени и сравнивают полученные моменты местного времени с моментами по гринвичскому времени, приведенными в астрономических календарях. Полученная разность во времени и даст нам долготу этого места от Гринвича.

Самым распространенным теперь способом определения долготы является способ сигналов по радио. Он является самым простым и наиболее удобным. Теперь все научные экспедиции, все путешественники, все корабли снабжаются радиоприемниками, чтобы принимать сигналы времени и при помощи их определять долготу своего места (см. гл. I).

ГЛАВА VI.

КАК ОПРЕДЕЛЯЮТ ВРЕМЯ.

Первобытный календарь. Для земледельческого хозяйства не требуется определения времени с большой точностью. Достаточно уметь предсказывать заблаговременно наступление того или другого времени года: весны, лета, осени и зимы.

Эта смена времен года происходит вследствие движения Земли вокруг Солнца. На небе это движение Земли отражается в видимом годовом перемещении Солнца среди звезд. Созвездия, между которыми перемещается Солнце, называются *созвездиями Зодиака* (см. приложенную в конце книги звездную карту).

Созвездия Зодиака следующие: Овен, Телец, Близнецы—весенние созвездия, соответствуют нашему марту, апрелю, маю. Рак, Лев, Дева — летние созвездия, отмечают на небе июнь, июль, август. Весы, Скорпион, Стрелец — осенние созвездия, иначе говоря, сентябрь, октябрь, ноябрь. Козерог, Водолей, Рыбы — зимние созвездия, т. е. декабрь, январь и февраль.

Созвездие, в котором находится Солнце, не видно на небе из-за ярких солнечных лучей. Это созвездие делается видимым, когда Солнце выйдет из него. Тогда это созвездие появляется на востоке, как раз перед восходом Солнца. Таким образом, меняется вид звездного неба в течение года. Наблюдая созвездия, появляющиеся на небе, можно заранее предсказать, когда наступит весна, лето, осень и зима. А если следить за появлением на небе созвездий зодиака, то можно и более точно указать, какой месяц наступает. Так в древности люди определяли времена года и месяцы в году. Жрецы в храмах производили такого рода наблюдения над вос-

ходом Солнца и восходом и заходом созвездий и по этим созвездиям указывали месяцы. А зная месяцы, указывали на те или другие земледельческие работы.

Определить же, какой будет час времени, т. е. указывать доли суток, для первобытного земледельца, скотовода, охотника не было нужды. И только с развитием торговых отношений явилась потребность определять не только месяц, но и день года, а затем и часть дня — час.

Солнечные часы. При плохо развитой технике, почти вплоть до конца 17-го столетия, время определялось при помощи солнечных часов. Солнечные часы состоят из теневого указателя, поставленного в плоскости меридиана, и циферблата с обозначением часов. Положение тени от этого теневого указателя на циферблате и показывало тот или другой час. Были в употреблении даже особые переносные, карманные солнечные часы. Солнечные часы, однако, не могут дать точного времени. Во-первых, само устройство их — положение тени, не дает возможности точно отсчитать время. А во-вторых, единицей меры времени для таких часов являются так называемые *истинные солнечные сутки.*

Истинные солнечные сутки есть промежуток времени от одного прохождения Солнца через меридиан до следующего прохождения Солнца через меридиан. А так как Солнце, кроме того, перемещается по небу среди звезд вследствие движения Земли вокруг Солнца, то истинные солнечные сутки не будут равны одному повороту Земли вокруг оси и будут величиной переменной в течение года. Поэтому для точного измерения времени они не годятся.

Среднее время. С развитием техники и машинного производства в середине 18-го столетия солнечные часы, как мало пригодные для измерения времени, были вытеснены механизмами для измерения времени — сперва часами с маятником и гирями, а затем пружинными часами с балансиром. И вместо истинных солнечных суток была введена точная единица измерения времени, которая является постоянной величиной, — это *средние солнечные сутки.*

Средние солнечные сутки есть средняя за год продолжительность истинных солнечных суток. Астрономы в обсерваториях, наблюдая при помощи своих точных

инструментов движение звезд и Солнца, определяют среднее солнечное время очень точно и сообщают его по радио или по телеграфу повсюду. Таким образом, наши часы постоянно регулируются, и мы имеем теперь всюду точное среднее солнечное время.

Поясное время. Смена дня и ночи происходит от того, что Земля вращается вокруг оси с запада на восток и поворачивает к Солнцу то одну, то другую свою часть. Таким образом, Солнцем освещаются на Земле сперва восточные места, а потом западные, т. е. *в восточных местах часы идут вперед против западных мест*. Действительно, когда в Ленинграде полдень, то в Москве 12 ч. 29 м. дня, в Саратове 1 ч. 3 м. дня, в Омске 2 ч. 52 м. дня, в Иркутске 4 ч. 56 м. вечера, а во Владивостоке уже 6 ч. 46 м. вечера. На запад от Ленинграда часы будут показывать меньше—в Варшаве будет 11 ч. 23 м. дня, в Лондоне (дальше к западу) 9 ч. 59 м. утра, а в Нью-Йорке 5 ч. 44 м. утра.

Одним словом, видим, что различные города, расположенные к востоку и к западу относительно друг друга, имеют различное местное время. Что ни город, что ни село, оказывается, имеет свое *местное время*.

С развитием общественной жизни в стране, с развитием сети железных дорог, с появлением телеграфа и телефона, употребление местного, непрерывно меняющегося времени становилось все более и более неудобным. Тогда различные государства стали вводить для своих стран так называемое *национальное время*, одинаковое для всей страны. В 1848 г. Англия ввела у себя *Гринвичское время*, названное так по названию своей главной обсерватории в Гринвиче. В 1866 г. в Италии ввели *Римское время*. Затем,—в Германии—*Берлинское время* и т. д. Наконец, в России на железных дорогах и телеграфе стали употреблять *Пулковское* (Петроградское) *время*.

К концу 19-го века международные сношения достигли уже большого развития, национальное время перестало удовлетворять своему назначению и даже служило помехой так же, как раньше местное время. Тогда начальник железнодорожного движения в Канаде, *Флеминг*, в 1879 г. предложил разделить всю Землю по числу часов в сутки на 24 пояса равноотстоящими друг от друга меридианами. В пределах каждого пояса везде принять одно

й то же время, именно—время центрального меридиана, проходящего по средине данного пояса (см. рис. 21). Время



Рис. 21. Международное поясное время. Сплошные линии означают центральные меридианы, а пунктирные — границы поясов. Все пояса в момент гринвичского полдня считают время, указанное на рисунке соответственно своему центральному меридиану.

любых двух смежных поясов будет разниться между собою ровно на 1 час, так как всех поясов на Земле 24.

За начальный (нулевой) пояс приняли пояс, имеющий центральным меридианом меридиан, проходящий через Гринвич.

Счет поясов идет непрерывно от 0 до 23 от Гринвича к востоку, за нулевым поясом следует первый и т. д. Таким образом 1-й пояс — лежит между $7\frac{1}{2}^\circ$ и $22\frac{1}{2}^\circ$ восточной долготы от Гринвича, 2-й пояс — между $22\frac{1}{2}^\circ$ и $37\frac{1}{2}^\circ$, 3-й пояс — между $37\frac{1}{2}^\circ$ и $52\frac{1}{2}^\circ$, 4-й пояс — между $52\frac{1}{2}^\circ$ и $67\frac{1}{2}^\circ$, 5-й пояс — между $67\frac{1}{2}^\circ$ и $82\frac{1}{2}^\circ$ и т. д.

Это новое время, считаемое по системе часовых поясов, называется *международным, или поясным временем* и является большим завоеванием цивилизации после местного и национального времени. В государствах Западной Европы международное или поясное время было принято в 1888 г., причем Европу разделили на 3 пояса. А у нас в СССР *поясное время* введено декретом Совнаркома 8 февраля 1919 г.

В нулевом поясе считается гринвичское или так называемое *западно-европейское время*. Оно принято в Англии, Бельгии, Голландии и Испании. В первом поясе введено так называемое *средне-европейское время*. Оно идет на один час вперед против гринвичского времени и принято в Германии, Люксембурге, Австро-Венгрии, Дании, Швеции, Норвегии, Швейцарии, Италии, Сербии и в западной Турции.

Затем, во втором поясе введено время, идущее на два часа вперед против гринвичского; оно называется *восточно-европейским временем* и принято в Болгарии, Румынии, восточной Турции и в Египте. Теперь, согласно декрета Совета Народных Комиссаров от 8 февраля 1919 г., *ко второму поясу относится также и вся западная часть Советского Союза.*

На практике иногда крайне неудобно считать границы поясов точно по меридианам, поэтому, принимая во внимание культурные и экономические особенности выделяемых районов, иногда отступают от этого правила и берут естественные границы — течение рек и границы государства (см. рис. 22).

Во второй пояс, таким образом, попадают такие крупные центры, как Москва, Ленинград, Киев и Одесса. Во всех этих городах устанавливается одно и то же время.

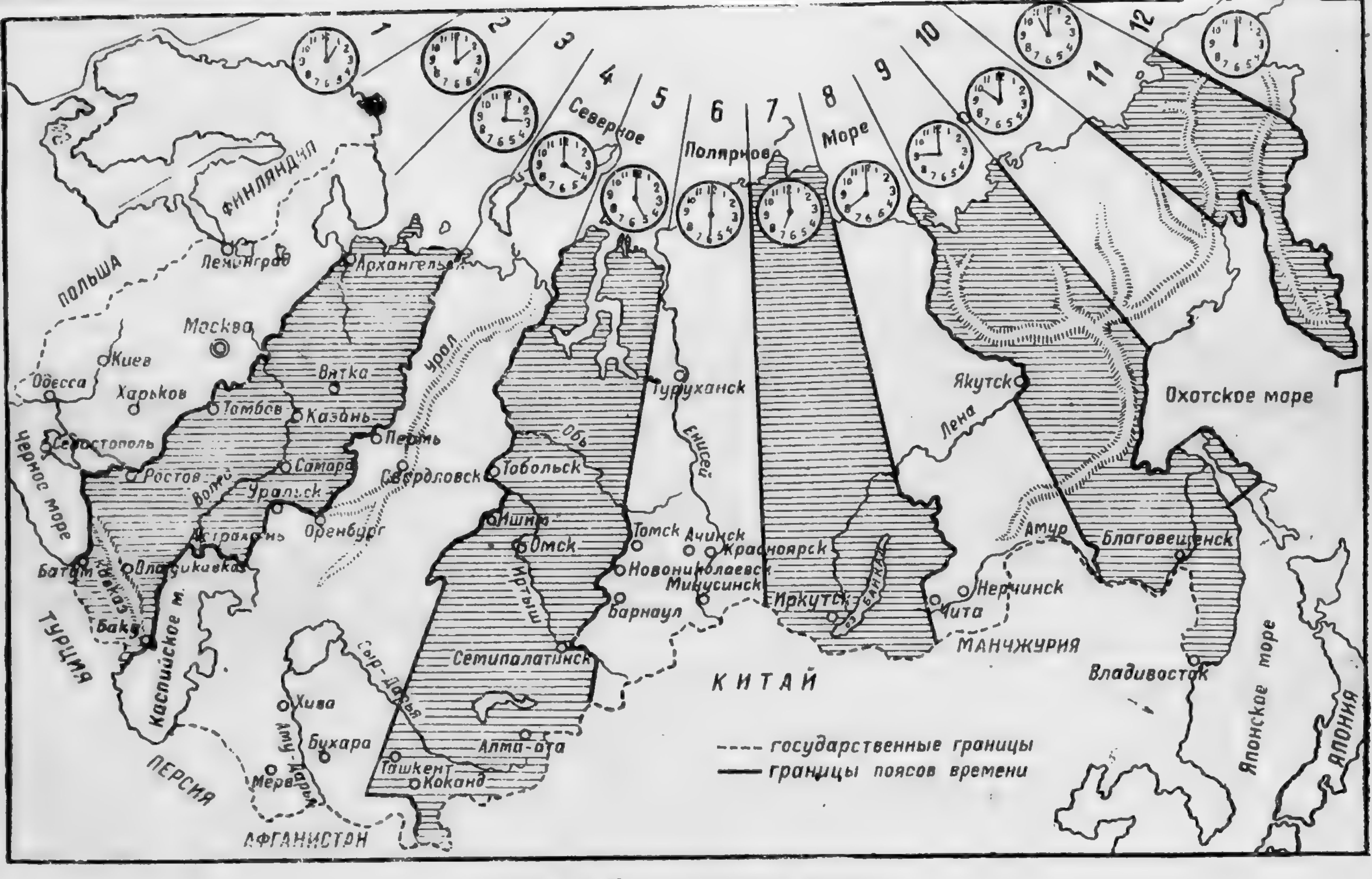


Рис. 22. Карта часовых поясов.

Теперь уже нет петроградского и московского времени, как было до революции, а есть общее для всей западной части нашего Союза время 2-го пояса международного счета времени, или, иначе говоря, восточно-европейское время.

Весь наш СССР занимает одиннадцать поясов из всех 24 поясов международного счета времени (см. рис. 22).

Преимущества этого международного счета времени громадные.

Действительно, в любой момент все часы на земном шаре показывают одно и то же число минут и секунд. и разница только в целом числе часов, смотря по номеру пояса.

При регистрации времени на железных дорогах и водных путях, на телеграфах, телефонах и радиостанциях получаются огромные упрощения, в то время как прежде приходилось применять довольно сложные вычисления для согласования расписания поездов и пароходов нескольких стран или срока получения телеграмм.

При передвижениях с одного места на другое приходится передвигать только часовую стрелку, т. е. переставлять часы только на целое число часов. Эта перестановка часов при передвижениях теперь делается реже, чем было раньше, когда было что ни город, то свое время.

Точно так же упрощается обработка всякого рода научных наблюдений в области явлений природы. Наконец, для надобностей флота введение международного времени имеет важное значение, особенно в связи с установкой на судах радиотелеграфа, посредством которого все время сохраняется связь и с берегом и со всеми встречными судами.

Несогласия в указаниях времени могут иметь гибельные последствия. Поэтому флоты Англии и Франции и других стран уже давно перешли к международному счету времени, а в советском флоте этот счет принят с 1 мая 1918.

Декретом 8 февраля 1919 г., кроме того, вводится и непрерывный счет времени от 0 до 24 часов, начиная с полуночи, так что 2 часа всегда означает 2 часа ночи,

14 часов—2 часа пополудни, 15 часов—3 часа пополудни, 20 часов означает 8 часов вечера и т. д. Этим самым отменяются ненужные прибавки „пополудни“, „пополуночи“, „вечера“, „дня“, „утра“ и „ночи“.

Таким образом, это мероприятие Советской власти присоединило советскую страну к общему со всеми странами счету времени.

Теперь уже нет петроградского и московского времени, как было до революции, а есть общее для всей западной части нашего Союза время 2-го пояса международного счета времени, или, иначе говоря, восточно-европейское время.

Весь наш СССР занимает одиннадцать поясов из всех 24 поясов международного счета времени (см. рис. 22).

Преимущества этого международного счета времени громадные.

Действительно, в любой момент все часы на земном шаре показывают одно и то же число минут и секунд, и разница только в целом числе часов, смотря по номеру пояса.

При регистрации времени на железных дорогах и водных путях, на телеграфах, телефонах и радиостанциях получаются огромные упрощения, в то время как прежде приходилось применять довольно сложные вычисления для согласования расписания поездов и пароходов нескольких стран или срока получения телеграмм.

При передвижениях с одного места на другое приходится передвигать только часовую стрелку, т. е. переставлять часы только на целое число часов. Эта перестановка часов при передвижениях теперь делается реже, чем было раньше, когда было что ни город, то свое время.

Точно так же упрощается обработка всякого рода научных наблюдений в области явлений природы. Наконец, для надобностей флота введение международного времени имеет важное значение, особенно в связи с установкой на судах радиотелеграфа, посредством которого все время сохраняется связь и с берегом и со всеми встречными судами.

Несогласия в указаниях времени могут иметь гибельные последствия. Поэтому флоты Англии и Франции и других стран уже давно перешли к международному счету времени, а в советском флоте этот счет принят с 1 мая 1918.

Декретом 8 февраля 1919 г., кроме того, вводится и непрерывный счет времени от 0 до 24 часов, начиная с полуночи, так что 2 часа всегда означает 2 часа ночи,

14 часов—2 часа пополудни, 15 часов—3 часа пополудни, 20 часов означает 8 часов вечера и т. д. Этим самым отменяются ненужные прибавки „пополудни“, „пополуночи“, „вечера“, „дня“, „утра“ и „ночи“.

Таким образом, это мероприятие Советской власти присоединило советскую страну к общему со всеми странами счету времени.

ГЛАВА VII.

ЦЕРКОВНЫЙ И ГРАЖДАНСКИЙ КАЛЕНДАРЬ.

Неделя, месяц и год. Луна у всех древних народов была регулятором календаря и осталась таковым вплоть до сего времени в магометанской и еврейской церквах.

Различные очертания Луны называются *фазами Луны.* Фазы Луны чередуются и через каждые 29 суток снова повторяются. От новолуния до первой четверти 7 суток, также 7 суток от первой четверти до полнолуния, от полнолуния до третьей четверти тоже 7 суток и 7 суток от третьей четверти до новолуния.

Первобытные охотники принимали для счета времени эти промежутки от одной фазы Луны до другой фазы, т. е. промежутки по 7 суток—неделя.

Еще за много тысячелетий до изобретения письменности изменяемость фаз Луны служила этому первобытному дикарю для того, чтобы отметить себе число истекших дней. Например, случалось у него какое-нибудь событие в новолуние, а другое в полнолуние. Отсюда он заключал, что времени протекло между этими событиями две недели. Так получилась та семидневная неделя, которая прошла через все века и сохранилась в исчислении времени у всех народов на земном шаре.

Следующей, более крупной единицей для измерения времени, был *лунный месяц.* Сперва определяли начало месяца непосредственными наблюдениями появления после захода Солнца узкого серпа молодой Луны. Но вскоре заметили, что молодая Луна довольно правильно появляется через каждые 29 или 30 суток. Таким образом, месяцы оказались разной длины—в 29 и в 30 суток.

Иногда, из-за дурной погоды, невозможно было сказать, появлялась ли уже очередная молодая Луна,

или еще нет. Иначе говоря, при разной длине месяца — в 29 или в 30 суток, было неизвестно, считать ли этот день последним днем текущего месяца, или же он является первым днем следующего месяца.

Для этого жрецы стали торжественно провозглашать в храмах наступление первого дня каждого месяца. Первый день месяца у римлян назывался *календа*, отсюда и произошло слово *календарь*.

Этот обычай провозглашать начало месяца сохранился до сего времени в магометанской церкви.

Еврейские попы также по появлению молодой Луны объявляли начало нового месяца.

В земледельческом хозяйстве бо́льшую роль, чем Луна, играет Солнце. Годовой оборот Солнца, смена времен года — весны, лета, осени и зимы — имеет огромное значение для земледельца. Так, помимо лунного месяца, для измерения времени стали употреблять и *солнечный год*.

Лунный месяц равняется $29^1/_2$ суткам, а год — $365^1/_4$ суткам. В году умещается 12 лунных месяцев и еще остается суток 5—6. Поэтому, считая продолжительность года по движению Солнца, а продолжительность месяца по движению Луны, люди имели тогда большие затруднения в календаре. Получилась огромная путаница в счете времени — год не содержал ни целого числа месяцев, ни целого числа дней, а в жизненном обиходе приходилось считать время и по дням, и по месяцам, и по годам.

Однако, много столетий спустя, тщательные наблюдения Луны и Солнца показали, что 19 лет почти в точности равняются 235 лунным месяцам. Иначе говоря, через 19 лет фазы Луны повторяются в те же дни года.

На основании этого еще в 5-м веке до нашей эры в Греции был введен так называемый *календарь Метона*. По этому календарю счет вели так: в течение 19 лет считали 12 лет по 12 месяцев в каждом и 7 лет по 13 месяцев, месяцы же шли, чередуясь, в 29 и 30 суток. Вот как сложно было времяисчисление у древних греков. От них, благодаря все развивающейся торговле, этот календарь Метона перешел на восток — к евреям, арабам и туркам, и на запад — к римлянам.

Еврейская и магометанская церковь до сего времени придерживаются этого календаря, а православные и католические попы им пользуются еще и теперь для вычисления пасхи.

На памятниках древности находят во время раскопок различные записи годов. Эти записи показывают, что в различные эпохи длина года у разных народов считалась по-разному. Кто считал год длиною в 360 суток, кто—в 365 суток, кто — в 354 суток. Такой неодинаковый счет годов и при этом от различных начальных моментов, ничем между собою не согласованных, создал, конечно, полнейший беспорядок в летоисчислении.

Юлианский календарь. Около двух тысяч лет тому назад в Римской империи для приведения летоисчисления в порядок по совету астронома *Созигена* была принята более точная длина года в $365^1/_4$ суток, положенная в основу так называемого *Юлианского календаря*, т. е. календаря бывшего в обиходе в России до революции (старый стиль).

В Юлианском календаре считаются года по 365 суток, это—*простые года*, а года в 366 суток—*високосные*. Каждый четвертый год будет високосный, поэтому-то средняя величина года и будет равна $365^1/_4$ суткам. Месяцы же были в 28, 29, 30 и 31 день. Особенно священными месяцами считались месяцы с нечетным числом дней (31 день), так как по поверию римского народа „боги не любят четных чисел".

Летоисчисление, начатое с какого-нибудь события, называется *эрой*. Весь древний мир — египтяне, вавилоняне, римляне, греки летоисчисление вели по годам царствования своих фараонов и царей, и по годам правления своих консулов и императоров. Кроме того, у древних упоминается еще эра от сотворения мира, а у римлян—эра от основания Рима. Само собой понятно, как год „сотворения" мира, так и год основания Рима установить совершенно невозможно.

С ростом Византийской империи стали вводить эры с года провозглашения какого-нибудь тирана императором.

Итак, в древности было в употреблении много различных эр. У каждого народа была часто не одна эра, а даже несколько. Неодинаковая длина года и различ-

ные эры, часто между собой совершено несогласованные, или ведущие начало от совершенно фиктивного, исторически не установленного момента—все это еще больше запутало летоисчисление. И привести летоисчисление в полный порядок стало невозможно.

Попытку согласовать все эти различные эры, употребляемые в древности, сделал во 2-м веке астроном, творец геоцентрической системы мира, *Клавдий Птоломей*. Он составил книгу—*„Канон царей“*, в которой и пытался расположить годы по порядку царствования всех древневавилонских, ассирийских и персидских царей.

Так как все это происходило на заре письменности, в различные эпохи, у различных народов, то согласовать все эти, часто противоречивые данные, Птоломею не удалось. Даже последняя эра, упоминаемая в этом „Каноне царей“, перешедшая потом в христианское летоисчисление—эра Диоклетиана, т. е. конец третьего века, очень сомнительно установлена. Вот на каких слабых, очень шатких основаниях покоится все христианское летоисчисление.

В четвертом веке, на Никейском соборе, „святые отцы“ устанавливали главнейшие догматы христианской веры и день празднования христовой пасхи.

Затем, на этом же Вселенском соборе было постановлено — „на вечные времена“ считать весеннее равноденствие 21 марта. „Святые отцы“, видимо, совсем не знали астрономии: Юлианский календарь, который они приняли в основу, оказался очень неточным. Через каждые 128 лет он ошибается на 1 сутки, а через 400 лет—на 3 суток. Поэтому весеннее равноденствие в Юлианском календаре не остается постоянно 21 марта, а перемещается за 400 лет на 3 суток. Всего этого не учли „святые отцы“ Никейского собора, хотя и были „основоположниками христианской православной веры“ и почти все попали в разряд святых и чудотворцев.

Летоисчисление от рождества христова. Чрезвычайно любопытно, что этот Вселенский собор „святых и чудотворцев“ даже не упоминает о счете годов от так называемого рождества христова. Даже больше этого, нигде—ни в Палестине, ни в Византийской империи, ни в Египте—вплоть до 6-го века совершенно не знали летоисчисления от рождества христова.

Такие „столпы церкви", как св. Иоанн Златоуст, и св. Василий Великий, св. Григорий Богослов, св. Кирилл, Александрийский патриарх, жившие в 4—5 веках, не считали годов от рождества христова. А кому, как не им— христианам-фанатикам—вести летоисчисление от рождения их господа-бога Иисуса христа.

Но факты говорят как раз обратное. Летоисчисление от рождества христова введено значительно позднее, когда правящим классам понадобилось усилить свою систему околпачивания трудящихся.

Христианство заимствовало свои главнейшие праздники из других более древних религий. Например, праздник в религии бога Митры — рождение „непобедимого Солнца" — бога Митры — 25 декабря, превратился в христианской религии в праздник рождества христова. А день воскресения природы весной — пасха — сделалась в христианской религии „святой пасхой", праздником воскресения „господа Иисуса христа".

Пасху праздновали земледельческие народы еще задолго до появления христианства. И это празднование пасхи около первого весеннего полнолуния так и перешло полностью в христианскую религию. Мы уже видели, что „святые отцы" Никейского собора, установив празднование пасхи, ничего нового не придумали.

Чтобы определить день празднования пасхи, надо было вычислить первое весеннее полнолуние и определить, когда будет первое воскресение после этого полнолуния.

Первое из дошедших до нас вычислений пасхи сделано на основе летоисчисления по эре Диоклетиана. Это вычисление пасхи было сделано св. Кириллом, патриархом Александрийским. Этим вычислением пасхи пользовались вплоть до 6-го века. Заметьте, св. Кирилл, вычислявший пасху как праздник воскресения Иисуса христа, не считает годов от рождества христова.

В шестом веке, когда вычисления пасхи, сделанные св. Кириллом, уже были полностью использованы и на будущее время нужно было снова вычислять пасху, за вычисление пасхи принялся, живший тогда в Риме, монах Дионисий. Он-то первый и назвал летоисчисление от рождества христова. Он взял последний год, которым оканчивал вычисление пасхи св. Кирилл и назвал этот

год просто — годом 532-м с припиской — „от рождества христова“. При этом не сделал никаких объяснений, а только указал, что он-де, лично сам не желает считать года по годам царствования такого „тирана и гонителя веры“, каким был Диоклетиан.

Но как ни скрывал Дионисий истинной причины этой замены одного летоисчисления другим, теперь наука обнаружила это мошенничество.

Действительно, что такое число 532? Если вы умножите 19 на 28, то получите число 532. Числа же 19, 28 и 532 имеют в летоисчислении огромное значение. Через 19 лет повторяются фазы Луны, т. е. все полнолуния приходят к тем же дням года. Через 28 лет воскресения приходят к тем же числам месяцев. А через (19×28) лет, т. е. через 532 года, будут повторяться и полнолуния и воскресения. Иными словами, через 532 года календарь в точности повторяется, и нет нужды вычислять пасху: пасха будет повторяться.

Монах Дионисий был хитрый монах. Чтобы не вычислять снова пасху, он взял прежние вычисления св. Кирилла и переписал их к новым годам, назвав для этого последний год вычислений св. Кирилла годом 532-м от рождества христова.

Надо было этому хитрому монаху вычислять пасху, он возьми и смошенничай: будто первая пасха, которая была вычислена св. Кириллом, была пасха в год рождения христа. Никаких данных, доказательств и фактов для утверждения этого нет, ни у кого не было и быть не могло.

Как раз наоборот, пасху праздновали еще задолго до появления христианства, и как раз тоже в первое весеннее полнолуние. И св. Кирилл мог свои вычисления пасхи начать вовсе не с года рождения христа, к тому же он нигде даже не упоминает о годах от рождества христова. А откуда мог Дионисий, живший в Риме спустя 600 лет после так называемого рождества христова, знать так определенно точно, когда это рождество христово произошло и при этом в Палестине за много тысяч километров от Рима? Ясно — все это сплошное мошенничество и очередное шарлатанство. Никто никогда не знал, не знает и не может знать, когда христос рождался. Христа никогда не было, — он является личностью сказочной, вымышленной.

Итак, только в шестом веке, т. е. 600 лет спустя после предполагаемого рождения христа, упоминается впервые, и то только у церковников, летоисчисление от рождества христова. Но в жизнь это летоисчисление вошло значительно позже — только в девятом веке, т. е. спустя еще 300 лет. На помощь церкви в этом деле пришла королевская власть.

Тогда, в IX веке, империя Карла Великого занимала громаднейшую территорию и включала в себя многие народности, имевшие различное летоисчисление. Нужно было дать им одно общее для всех летоисчисление. Эксплоататорским классам выгодно было усилить эксплоатацию трудящихся, обставив ее чем-то божественным. И Карл Великий в 808 г., в год своей коронации, приказал считать, повсеместно в своей империи, года по летоисчислению монаха Дионисия, т. е. от рождества христова.

Грегорианский календарь. Нужно еще упомянуть реформу календаря, которую произвел при помощи астронома *Лилио* папа Григорий XIII. Эта реформа, произведенная в 1582 году, заключалась главным образом в том, что была сразу исправлена накопившаяся ошибка Юлианского календаря, равная 10 суткам, и принята более точная длина года, чем в Юлианском календаре.

Последнее достигалось тем, что Юлианский календарь, начиная с 1700 года, стали постоянно исправлять. Для этого отбрасывали одни сутки каждые сто лет в течение трех веков подряд, т. е. не считали года 1700, 1800 и 1900 високосными, как это имеет место в Юлианском календаре, а простыми годами. В результате, таким образом, отбрасывается за 400 лет 3 суток, т. е. исправляется ошибка Юлианского календаря. В остальном же этот так называемый *Грегорианский календарь*, или *новый стиль* оставался прежним Юлианским календарем, хотя значительно его точнее.

За начало года у первобытных земледельцев считался один из главных моментов годового оборота Солнца: или весеннее равноденствие, или осеннее равноденствие, или зимнее солнцестояние.

Весеннее равноденствие бывает около 21 марта, осеннее — около 24 сентября, а зимнее солнцестояние—около

25 декабря. Один из этих дней и принимался за начало года. Затем, с введением Юлианского календаря стали переносить начала года к первым числам месяцев. Таким образом, в разных странах и в разные эпохи считали начало года по-разному. За начало года принимали — то 1 марта, то 1 сентября, то 1 января.

Главнейшие праздники христианской церкви тоже заимствованы из более древних религий и в большинстве случаев суть языческие праздники бога-Солнца и богов плодородия и растительности. Например, рождество христово — это рождение „непобедимого Солнца", бога-Митры в день зимнего солнцестояния 25 декабря. Пасха — это весенний праздник воскресения природы, праздновался около дня весеннего равноденствия. Троица — это летний праздник зеленеющей природы, — праздновался около дня летнего солнцестояния. Праздник урожая тоже отмечен христианской церковью — как преображение господне и т. д.

Из всего вышесказанного видно, что как христианство переняло обряды, праздники из других более древних религий, так и христианское летоисчисление „целиком и полностью" заимствовано из древних языческих, дохристианских календарей.

Календарь Великой Французской Революции. Первый ощутительный удар христианскому летоисчислению был нанесен во время Великой Французской Революции. В 1793 году Национальный Конвент постановил и ввел в обращение повсеместно во Франции новый революционный календарь. Каждое правило этого календаря было протестом против католической церкви, против старого счета времени, введенного распоряжением папы римского Григория XIII, против религиозных праздников и всего старого быта.

Этот календарь, прежде всего, упразднил эру от рождества христова и установившийся обычай считать годы с 1 января. Национальный Конвент приказал вести счет годов с момента уничтожения королевской власти, т. е. с 22 сентября 1792 года.

Итак, начало года с 1 января перешло ко дню осеннего равноденствия, т. е. к 22 сентября, а эрой стало не рождество христово, а уничтожение королевской власти.

Семидневная неделя, как пережиток, была упразднена и заменена десятидневкой, иначе говоря *декадой*. Каждый месяц был равен 30 дням, т. е. 3-м декадам. За 12-ю месяцами шли 5, а в високосном году 6 дополнительных дней, называемых *эпагоменами*, или *санкюлотидами*.

Названия месяцев были изменены так: осенние месяцы — сентябрь, октябрь и ноябрь назывались: *вандемьер* (месяц сбора винограда), *брюмер* (месяц тумана), *фример* (месяц заморозков), зимние месяцы — декабрь, январь, февраль получили названия: *нивоз* (месяц снега), *плювиоз* (месяц дождя), *вентоз* (месяц ветра). Весенние месяцы — март, апрель и май назывались: *жерминаль* (месяц созревания), *флореаль* (месяц цветов), *прериаль* (месяц лугов). Летние месяцы — июнь, июль и август имели названия: *мессидор* (месяц жатвы), *термидор* (месяц жары), *фрюктидор* (месяц плодов).

Прежние названия дней недели, ведущие свое начало с доисторических времен, были упразднены и заменены простыми обозначениями: первый, второй и т. д.

Все религиозные праздники были упразднены. И нерабочими днями были только каждое десятое, двадцатое и тридцатое число каждого месяца, т. е. все декады и все дополнительные дни в конце года — пять или шесть дней (санкюлотиды). Эти дополнительные дни санкюлотиды и были революционные праздники свержения королевской власти.

Введение этого революционного календаря во Франции было встречено очень недоброжелательно. Поджавшие хвост попы и монахи шипели по всем углам и подворотням: „Это — покушение на христианскую религию! Конвент—это сборище безбожников и врагов всякой религии!“

Недостатки этого революционного календаря состояли, главным образом, в том, что в этом календаре не было *никакой системы високоса*. Начало года определялось каждый раз точным астрономическим вычислением. Год начинался с полуночи того дня, внутри которого по среднему парижскому времени приходился момент осеннего равноденствия. Поэтому, в этом календаре високосные года наступают иногда через 4, а иногда через 5 лет. Хотя этот революционный календарь и был

точнее Грегорианского календаря, но астрономическое определение начала каждого года вносило немалые затруднения.

Действующий календарь должен быть прост, и система високоса у него должна выражаться простым правилом, чтобы счет дней между какими угодно этапами производить без особых затруднений. Несмотря на этот недостаток, а также несмотря на трудности перехода с семидневной недели на десятидневку, календарь Великой Французской Революции продержался 14 лет — вплоть до 1806 года — годов наполеоновской реакции.

Реформа календаря в СССР. Грегорианский календарь или иначе — новый стиль, введенный сначала в католических странах приказом папы Григория XIII в 1582 г., оставаясь в основе прежним — Юлианским календарем, был, однако, значительно точнее Юлианского календаря. Ошибка Юлианского календаря (старого стиля), составляющая 3 суток за 400 лет, в Грегорианском календаре непрерывно исправлялась. Поэтому вскоре Грегорианский календарь сделался единственным календарем. Он был введен во всех культурных странах на Земле, за исключением царской России, в которой все еще оставался старый стиль. К 1900 году разница старого и нового стиля достигла 13 суток. Хотя Грегорианский календарь значительно точнее Юлианского, но православная церковь постоянно протестовала против введения Грегорианского календаря в России. Православные попы считают Грегорианский календарь греховным — еретическим, так как он нарушает постановления „святых отцов“ Никейского собора.

Святейший синод пугал царя, доказывая, что „замена Юлианского календаря может нарушить церковный мир, породить смуту в умах и ослабить доверие православного народа к авторитету церкви и царской власти“.

Почти целое столетие — 87 лет — наша Академия наук занималась вопросом о реформе календаря в России. Но дальше заседаний разных комиссий, возражений на это представителей церкви и боязни „породить смуту и ослабить доверие к власти“ — дело с реформой календаря в Академии наук не шло.

И только Советская власть, решительно порвав со старыми предрассудками, смогла произвести эту реформу летоисчисления. 26 января 1918 года Совнарком издал декрет „о введении в СССР Грегорианского календаря“.

По этому декрету постановлено следующий за 31 января 1918 г. день считать не 1 февраля, а 14 февраля. С этих пор мы ведем летоисчисление по новому стилю.

Переход на непрерывное производство поставил вплотную вопрос о дальнейшей реформе календаря. Для предприятий, перешедших на непрерывку, старый календарь уже перестал существовать. Отпала сама собой семидневная неделя и заменилась пятидневкой. И нужно только существующие сейчас 72 дня отдыха распределить равномерно в течение всего года. От этого промышленность ничего не потеряет, а социалистическое строительство, в целом, выиграет.

Новый календарь с пятидневкой имеет огромное революционное значение. Он рационализирует трудовые процессы, он подрывает старый религиозный быт со всеми его давно отжившими обычаями.

Обстановка социалистического наступления, быстрый рост социалистического строительства и выполнение пятилетки в четыре года настоятельно требуют отказа от старого церковного календаря, упразднения всех религиозных праздников и рационального распределения в году дней отдыха. Все это требует нового, рационального календаря.

Астрономия о празднике пасхи. Древне-еврейская пасха, бывшая сначала скотоводческим, а затем земледельческим праздником, приняла под влиянием изменения общественных условий политические черты — ожидания мессии, христа-помазанника, спасителя, который изменит условия жизни, оснует свое новое царство. Так справляли пасху и первые христиане, происходившие из евреев и тоже вместе с ними ожидавшие „избавления“ — прихода мессии. Так постепенно древнейший праздник пасхи стал праздником воскресения христа, христовой пасхой.

Пасху как праздник воскресения природы весной праздновали скотоводческие и земледельческие народы

еще в глубокой древности, еще задолго до появления христианства. Как праздник „избавления“, пасху праздновали евреи во время первого весеннего полнолуния. А так как первую весеннюю Луну евреи называли „нисаном“, то первый день еврейской пасхи, таким образом, приходился на 14-е нисана.

Возникшие среди еврейского народа первые христианские общины праздновали пасху сначала вместе с евреями, и только значительно позже христиане стали праздновать пасху неделю спустя после еврейской пасхи, т. е. 22-го нисана. И вплоть до начала 4-го века у христианских общин не было однообразия в праздновании пасхи: одни праздновали ее вместе с евреями 14-го нисана, а другие — неделю спустя—22-го нисана.

Об этих первых веках христианства *Август Бебель* в своей знаменитой книге *„Христианство и социализм“* пишет так: „В течение целых столетий тянулся между последователями христа спор о том, равен ли христос богу или только подобен богу? Вопрос этот был решен ими лишь в 325 г. на Никейском соборе. Здесь представители обоих спорящих сторон сначала, за отсутствием доказательств, занялись взаимными упреками и руганью. Когда же это ни к чему не привело, они по настоящему разодрались. Этой дракой в конце концов и установили окончательно двуединство бога и христа.

Христианским попам того времени надо было во что бы то ни стало установить определенный взгляд на отношение христа к богу, потому что спор между попами начинал охватывать и всех верующих. Это был первый большой шаг для обоснования христианской церкви и для подчинения масс интересам господствующих классов“.

На этом же Никейском соборе попы, из которых большинство попало потом в „святые отцы“ и чудотворцы, постановили в угоду эксплоатирующим классам усилить национальную рознь, а поэтому приняли, как главнейший догмат христианской церкви, — „не должно совершать пасхи вместе с евреями“. И первым днем пасхи назначили 22-е нисана, или точнее — первое воскресенье после первого весеннего полнолуния.

Итак, первый день пасхи у христиан, считавшийся днем воскресения Иисуса христа, был связан с движе-

нием Луны и Солнца. Где же здесь божественное обоснование?

Простой арифметический расчет укажет нам, когда это воскресенье христа происходило. Оказывается, каждый год по-разному.

И „святые отцы“, утверждавшие на Никейском соборе основные догматы христианской веры, для празднования пасхи приняли в основу языческую, еврейскую пасху — только передвинув ее на одну неделю. Как ни отгораживали себя попы на этом соборе от евреев, „христова пасха“ в основе осталась еврейской пасхой.

Вот почему с тех пор пасха празднуется христианами ежегодно не в одно и то же какое-либо постоянное число, а в разные числа и месяцы, высчитываемые по солнечно-лунному календарю. Если бы Иисус христос был действительно человеком, историческим деятелем, каким его изображают в евангелиях, то день его смерти был бы закреплен за каким-нибудь одним числом, а не кочевал бы по календарю. Ежегодное празднование пасхи в разное время служит одним из доказательств того, что Иисус христос никогда на Земле не жил, а следовательно и не умирал.

То, что день христианской пасхи связан с днем весеннего равноденствия и полнолуния, указывает на большую древность этого праздника. Указывает также и на то, что христианство переняло в праздновании пасхи, как дня воскресения христа, обычай более древних религий — обычай почитания бога-Солнца, бога-растительности, бога-плодородия и весеннего расцвета природы.

Так как первый день христианской пасхи был первое воскресенье после первого весеннего полнолуния, то, зная движение Солнца и Луны, легко вычислить, когда, какого числа, будет этот первый день „христовой пасхи“.

Для этого нужно номер года разделить на 19, 4 и 7 и найти остатки: I от деления на 19, II — от деления на 4, III — от деления на 7. Затем, нужно умножить I остаток на 19 и прибавить к произведению 15. Разделить полученную сумму на 30. Получим IV остаток.

После этого, нужно взять удвоенный II остаток, учетверенный III остаток и ушестеренный IV остаток. Сло-

жить все это между собой и прибавить к этому 6. Разделить полученную сумму на 7. Получим V остаток.

Тогда первый день христианской пасхи будет по Юлианскому календарю в марте (22 + IV + V) числа.

Например, для 1930 года будет:

от деления	. . . . 1930 : 19	остаток .	I = 11
»	. . . . 1930 : 4	» .	II = 2
»	. . . . 1930 : 7	» .	III = 5
»	. . . . . . (19 · 11 + 15) : 30	» .	IV = 14
»	. (2 · II + 4 · III + 6 · IV + 6) : 7	» .	V = 2

Отсюда, первый день христианской пасхи в 1930 году по Юлианскому календарю будет:

(22 + 14 + 2) марта, т. е. 38 марта, или, иначе говоря, 7 апреля. По Грегорианскому календарю это будет (7 + 13) апреля, т. е. 20 апреля.

Так вычисляют православные попы христову пасху.

Католические же и лютеранские попы вычисляют пасху немного иначе. Разница происходит от того, что у них церковным календарем считается Грегорианский календарь, а не Юлианский, как у православных попов. Грегорианский же календарь при реформе его в 1582 г. передвинул весеннее равноденствие на 10 суток и сделал некоторые уточнения в вычислении пасхи. Поэтому-то и пасха по Грегорианскому календарю вычисляется немного иначе. А именно — номер года надо разделить на 19, 4 и 7 и найти остатки I от деления на 19, II—от деления на 4 и III — от деления на 7. Затем, нужно I остаток умножить на 19, прибавить к произведению 24 и разделить полученную сумму на 30. Получим остаток IV. После этого надо взять удвоенный II остаток, учетверенный III и ушестеренный IV. Сложить все это между собой и прибавить к этой сумме 5. Полученное разделить на 7. Получим V остаток. Тогда первый день католической и лютеранской пасхи будет по Грегорианскому календарю в марте (22 + IV + V) числа.

Например, для 1930 года будет:

от деления	. . . . 1930 : 19	остаток .	I = 11
»	. . . . 1930 : 4	» .	II = 2
»	. . . . 1930 : 7	» .	III = 5
»	. . . . . . (19 · I + 24) : 30	» .	IV = 23
»	. (2 · II + 4 · III + 6 · IV + 5) : 7	» .	V = 6

Следовательно, первый день католической и лютеранской пасхи в 1930 г. будет (22 + 23 + 6) марта, т. е. 51 марта, или, иначе говоря, 20 апреля. Таким образом, в 1930 г. пасха праздновалась православной, католической и лютеранской церквами в одно и то же время. Но это только случайное совпадение. Вообще же, пасха у православных бывает в другие дни, чем у католиков и у лютеран.

ГЛАВА VIII.

СИСТЕМЫ МИРА.

Библия. Хотя попы и утверждают, что библия есть самая древнейшая „книга-книг“, священная книга, но на самом деле наука установила, что так называемый „исход евреев из Египта“, или, вернее, бегство некоторых еврейских племен из Египта могло иметь место только при фараоне Мерепепте, сыне Рамзеса Великого, т. е. около 1250 г. до нашей эры.

Таким образом, библия — вовсе не древнейшая книга. Она написана была тогда, когда у других народов, как например ассиро-вавилонян, египтян, индусов, была уже богатая разнообразная культура и письменность.

Созвездия Зодиака были известны еще задолго до этого ассиро-вавилонянам. У них пояс Зодиака начинался с созвездия Тельца, в которое Солнце вступало тогда в день весеннего равноденствия.

За 4200 лет до нашей эры точка весеннего равноденствия находилась в созвездии Близнецов. Около 2100 года до нашей эры она перешла в созвездие Тельца, а около 200 г. до нашей эры — в созвездие Овна. Теперь точка весеннего равноденствия уже находится в созвездии Рыб (см. приложенную в конце книги звездную карту). Это перемещение точки весеннего равноденствия называется *прецессией*, что значит — *предварение равноденствия*. Это явление было открыто в II в. до нашей эры Гиппархом, а объяснено впервые только Ньютоном в конце XVII в. как результат перемещения земной оси вследствие притяжения Солнцем вращающейся Земли.

Итак, пояс Зодиака знали хорошо ассиро-вавилоняне еще за 3 000 лет до нашей эры, т. е. за 2 000 лет до

предполагаемого „исхода евреев из Египта". А чтобы различать созвездия Зодиака, т. е. знать видимый годовой путь Солнца, нужны были более точные наблюдения Солнца и звезд, чем простое созерцание их. Нужны были по крайней мере простейшие угломерные инструменты. Действительно, изваяние ассирийского царя Гудеа (около 2800 лет до нашей эры) изображает его с линейкой, циркулем и таблицей умножения.

Все это вполне определенно доказывает, что библия не есть древнейшая — первая книга человечества. Она написана значительно позже „исхода евреев из Египта" и при этом в несколько приемов и различными авторами.

Мировоззрение — взгляд на строение окружающего мира, какой изложен в библии, является мировоззрением первобытных земледельцев и скотоводов, живших около 1000 лет до нашей эры по берегам Средиземного моря. Это библейское мировоззрение — нелепая басня о сотворении мира в шесть дней и полная противоречий сказка о жизни, смерти и воскресении Иисуса христа — бога-сына хотя и защищаются церковью как основные догматы христианской религии, но по существу своему являются грубейшим шарлатанством.

Рассмотрим теперь различные „мировые" системы. Начнем с мировоззрения древнейших арийцев.

Арийцы. Первобытный народ — арийцы, по некоторым сведениям, населяли в древнейшее время почти всю западную Азию и всю Европу. Арийцы достигали тогда уже довольно высокой степени культуры: они жили семьями, занимались земледелием и скотоводством и вели оседлый образ жизни. Религия их, имевшая в основе обожание света, представляла простой культ природы.

Эти первобытные люди, живя по опушкам девственных лесов и разбивая свои шатры по берегам обширных рек, воспринимали окружающий мир таковым, каким он им казался. Они представляли себе небо в виде свода, опирающегося на плоскую равнину Земли. Это первое описание вселенной находим мы в священной книге древних арийцев *Ведах*. Эта священная книга, старейшая — какую только завещала нам глубокая древность, считалась божественным откровением. Появление ее относят к 2000 г. до нашей эры.

И вот, в книге „Рич-веда“ — в книге гимнов — древних арийцев мы встречаем этот первоначальный очерк строения вселенной (см. рис. 23).

Земля — плоская, растущая корнями куда-то в неведомую даль, образует прочный фундамент мира. Землю древние арийцы называли *Партови*, что значит — „обширное пространство“. Над Землей высится лазоревый, усеянный звездами свод неба, вращающийся и отражающий животворные лучи. Этот свод неба назывался *Варина*, что значит — „свод“.

Далее, под этим небесным сводом плавали облака, на которых восседал *диаус*, что значит — „свет“ или „светящийся воздух“. Вот и вся вселенная!

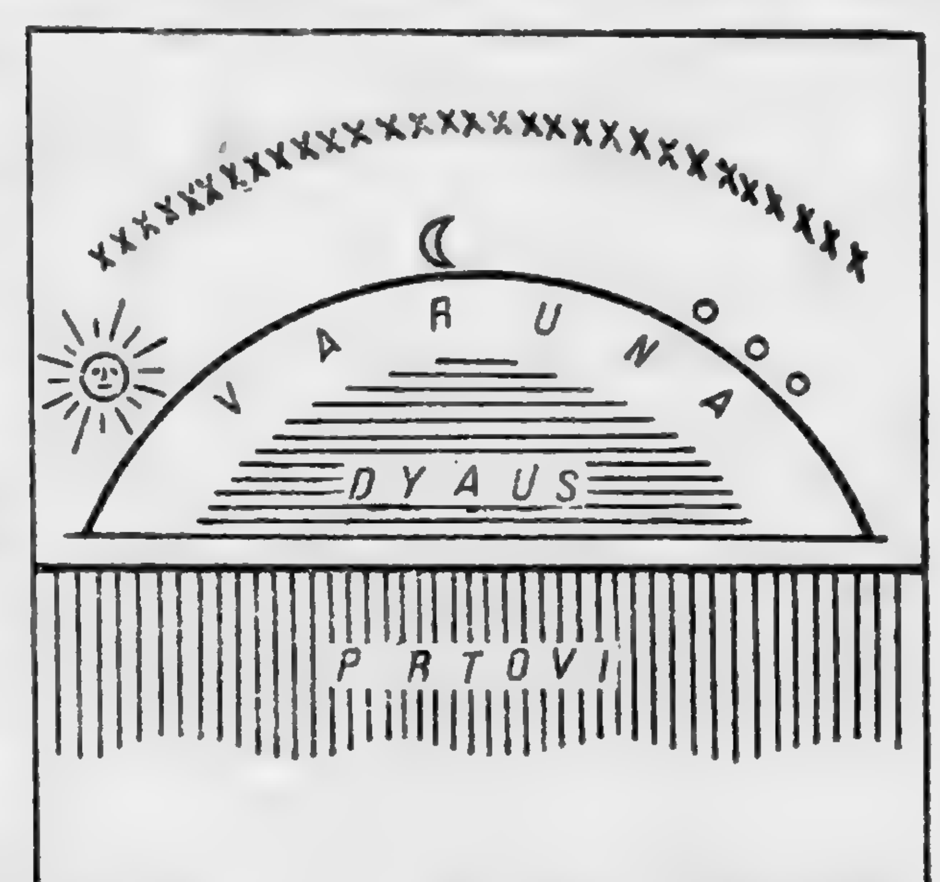


Рис. 23. Вселенная древних арийцев.

Не напоминает ли нам этот „светящийся воздух“ древних арийцев одухотворяющего Шу (Воздух) древних египтян, который поднял Нут кверху и создал небо? Не отсюда ли идет создание света в первый день творения, о чем упоминается в библии?

Но во всяком случае, бесспорно — от этого древне-арийского слова „диаус“ произошли слова: „теос“, „диос“, „деус“, „дие“, „зеус“, что значит — бог.

Ничего не может быть проще этой первобытной системы мира. Всю ее можно изобразить только двумя линиями: прямая линия — Земля и полукруг над ней — Небо. Какая простота!

Египтяне. В древнем Египте о сотворении мира рассказывали следующее. Мир образовался из воды. Сначала Кеб и Нут (Земля и Небо) были соединены вместе и находились в море (см. рис. 24). Затем одухотворяющий Шу (Воздух) проник между ними и поднял Нут кверху, дав возможность богу-Солнцу начать его ежедневный путь по небу. На рис. 24 мы видим, как в лодочке бог-Солнце едет по звездному небу, поднимаясь

на востоке и опускаясь на западе. Тут же, на этом древнейшем рисунке образования вселенной, мы видим первоначальное изображение креста, этого „ключа жизни"—тау.

Этот „ключ жизни" — тау, т. е. первобытный крест, был орудием для добывания огня еще в глубокой древности, еще задолго до египтян. Открытие огня имеет огромное значение в жизни человека. Человек обоготворил

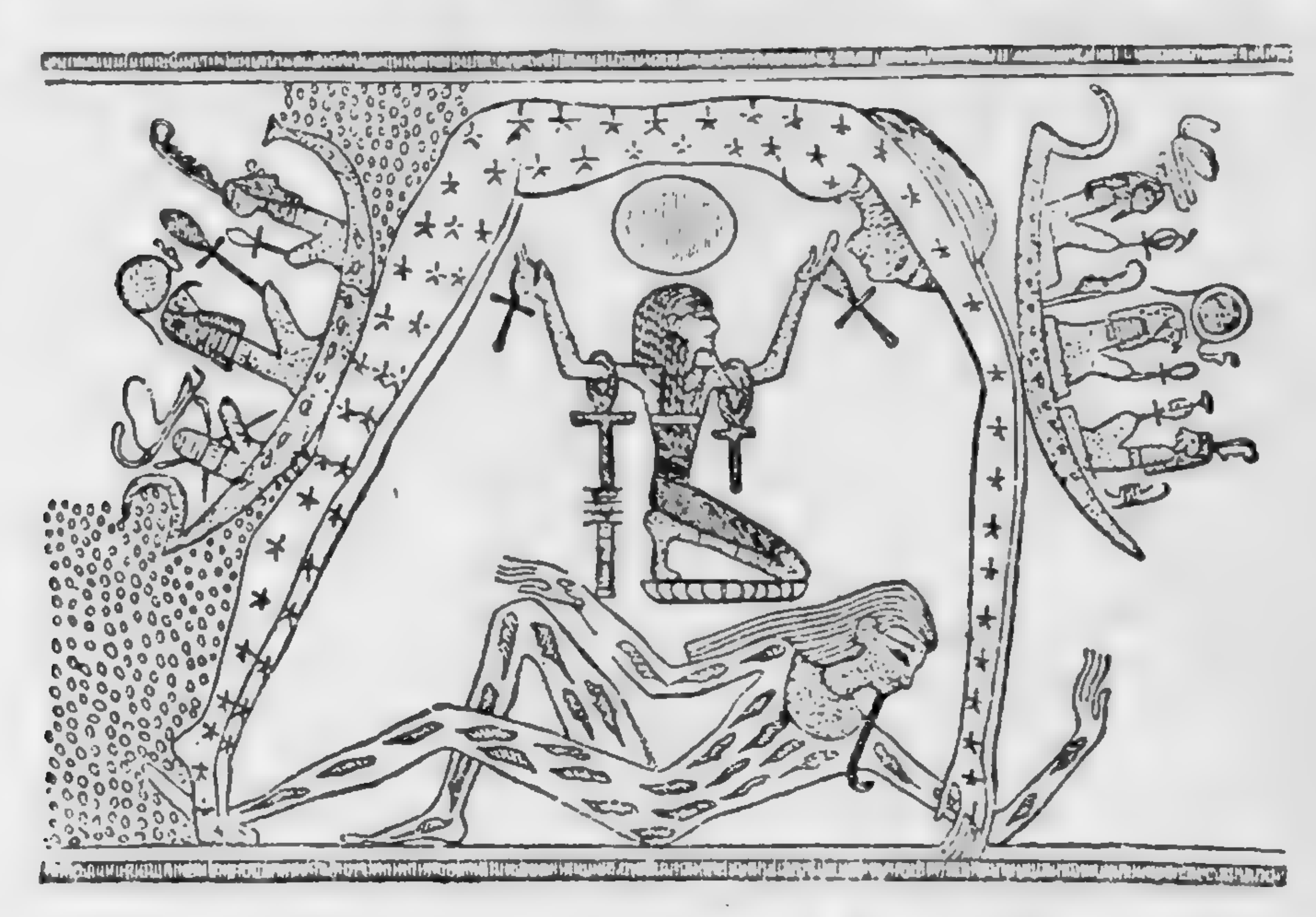


Рис. 24. Образование вселенной древних египтян.

огонь. И орудие для добывания огня „ключ жизни" — крест был „священным символом" еще на заре человечества.

Ассиро-вавилоняне. Вавилонские жрецы рисовали себе такую картину строения вселенной. Верхний свод (см. рис. 25) — это кристальное небо. Оно держится на крепком фундаменте. За небом—вверху — живут боги. Кругом — небесный океан — „высшие воды". „Внутренность неба" освещена Солнцем. Земля — это круглая большая гора, омываемая со всех сторон водою — океаном вселенной. На востоке в небе есть ворота, в которые Солнце входит, а на западе — другие ворота, куда оно заходит. Ворота эти отмечены на Земле „светлой горой восхода Солнца" и „темной горой захода Солнца". На небе находятся звезды — „судьи мира", и предвещающие будущее—планеты, или „толковники".

Под Землей находится царство мертвых. Это царство мертвых окружено семью стенами и имеет семь отделений. Выход из царства мертвых находится на западе. Земля внутри пустая и содержит воды вселенной.

Древние греки. Древние греки, так же как египтяне и вавилоняне, считали, что мир образовался из воды. По их мнению, Земля — это большая круглая тарелка,



Рис. 25. Вселенная древних вавилонян.

плавающая в великой реке — Океане. Над этим Океаном поднимается огромный кристальный твердый свод. Звезды они считали вколоченными в этот твердый небесный свод.

Под этим сводом светила дня и ночи, Солнце и Луна, катятся на колесницах по облакам. Утром Солнце выходит из восточного Океана, а вечером оно погружается, на западе, в волны Океана. Некоторые даже слышали шипение, какое издает Солнце, когда оно погружается в волны Океана. За ночь, таинственной работой небесного кузнеца — Вулкана, Солнце быстро перевозится с запада через север на восток, чтобы снова совершать на следующий день свой путь по небесному своду.

Под Землей помещался Тартар, где мучились души грешников. В этот подземный мир не проникал ни один луч света, ни одно дуновение ветерка. Темная холодная, сырая тюрьма — вот удел непокорных, удел грешников.

Расстояние от неба до Земли определили так: „Наковальня,—говорили древние греки, — будет падать с небес на Землю девять дней и столько же дней с Земли до дна Тартара".

Нам, знающим механику и законы падения тел, теперь нетрудно показать всю ошибочность такого определения.

Действительно, наковальня, долетевшая на Землю в течение 9 суток, должна была бы упасть с высоты 574 000 километров. Такова высота неба по определению древних греков. Это — очень ничтожное расстояние. До смешного ничтожное. Это расстояние, 574 000 километров, — всего только в полтора раза больше расстояния от Земли до Луны. А Луна — самое близкое к нам светило. Свету нужно всего только $1^1/_4$ секунды, чтобы дойти от Луны до Земли, в то время как до Солнца свет идет $8^1/_3$ минут, а до Сириуса, яркой звезды в созвездии Б. Пса, на это нужно $11^1/_2$ лет! Вот каковы на самом деле расстояния до небесных светил. Отсюда ясно, как глубоко заблуждались древние греки в определении небесных расстояний.

Система Птоломея. Немного внимания нужно было, чтобы, наблюдая ежедневный восход и заход Солнца, заметить, что Солнце — сегодня, завтра, послезавтра — все время — одно и то же. Где же оно бывает по ночам? Что делается с Луной и остальными небесными светилами, которые исчезают на западе, чтобы на другой день появиться на восточной части неба?

Размышления над подобными вопросами привели греческих философов к открытию нижнего полушария неба и шарообразности Земли. После этого вселенную стали представлять себе в виде шара, в центре которого находилась Земля. Так появилась *геоцентрическая система мира — Земля — центр вселенной.* Она была развита греческим философом Аристотелем (за 360 лет до нашей эры) в стройное учение, которое продержалось почти 2000 лет. Подробно она описана *Клавдием Птоломеем* (в 150 г.

нашей эры) и носит поэтому название *Птоломеевой системы мира* (см. рис. 26).

Мир представляли состоящим из двух частей — элементарной и эфирной. Элементарная часть состоит из

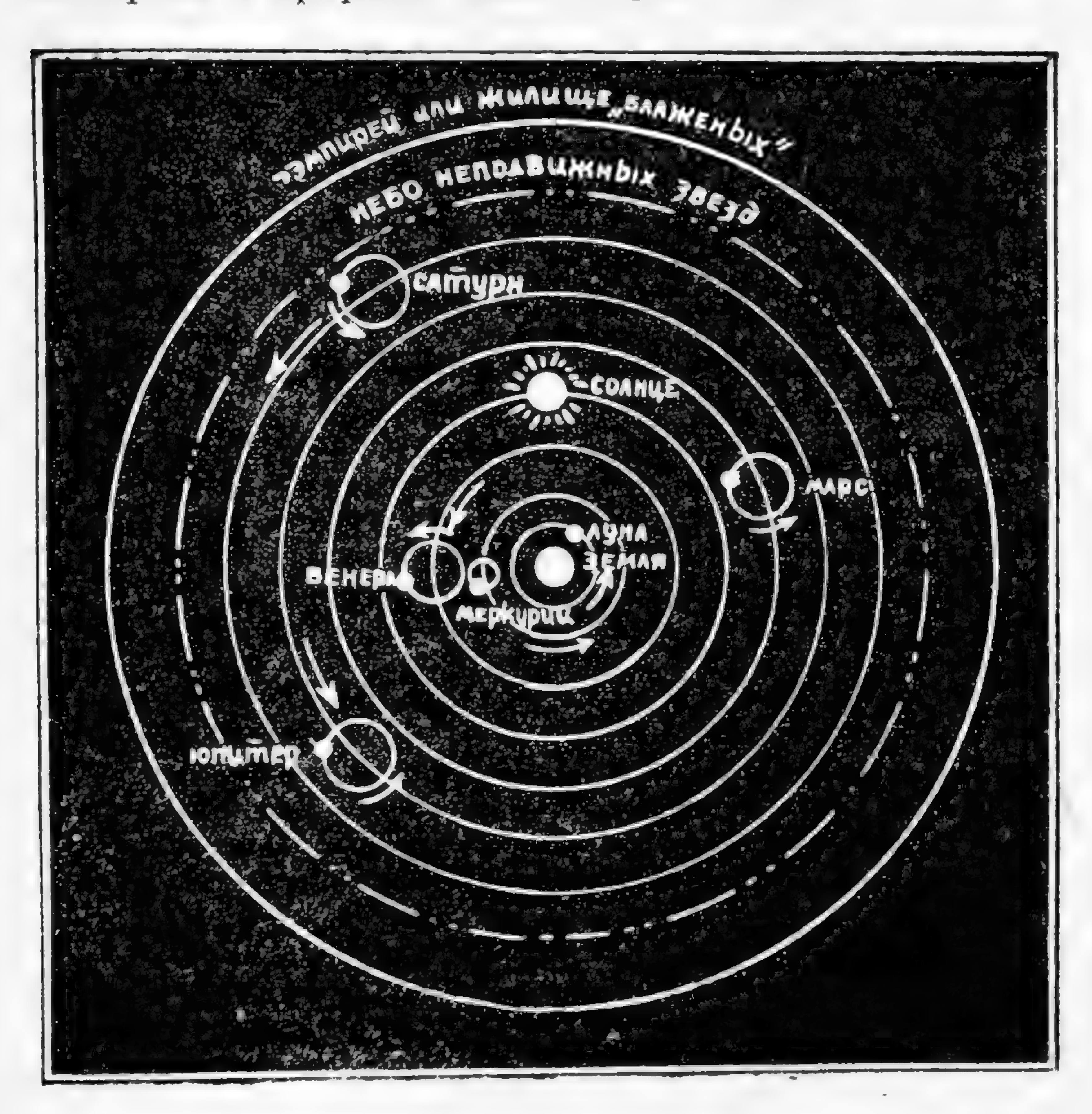


Рис. 26. Геоцентрическая система мира. Система Птоломея.

четырех основных тел или элементов: 1) Земли, неподвижно укрепленной в центре мира; 2) воды, покрывающей значительную часть Земли; 3) воздуха, находящегося над водой, и 4) огня, окружающего воздух. Далее идет царство вечного и неизменного эфира, в котором вра-

щается восемь прозрачных, из нетленного хрусталя, сфер, вложенных одна в другую.

На внешней сфере прикреплены, приколочены в неизменных расстояниях друг от друга неподвижные звезды. Эта сфера — небо неподвижных звезд обращается вокруг Земли с востока на запад и делает один оборот в течение суток. За звездным небом помещался *Эмпирей*, или *жилище блаженных*, куда улетали души умерших. Внутри звездного неба находились остальные семь сфер, вращающиеся в направлении, обратном движению звездного неба, т. е. с запада на восток.

На первой из них восседал Сатурн — бог беспощадного времени. На второй — Юпитер — бог громовержец, отец богов. Затем следует кровавый Марс — бог войны. После него идет Солнце лучезарное — прелестный Аполлон. Далее Венера — богиня красоты, Меркурий — бог лжи и торговли, и, наконец, Луна — богиня целомудрия.

При своем движении в эфире эти сферы издают гармоничные звуки, доступные, однако, слуху только избранных. Эти избранные — святые, угодные богам люди. В средние века тоже верили в эту гармонию светил и считали, что Сатурн и Юпитер поют басом, Марс—тенором, Венера—контральто, а Меркурий—сопрано. Земля же все время издавала звуки: ми, фа, ми. Откуда люди должны были все время помнить, что на Земле господствует бедность (по-латыни — мизерия) и голод (по-латыни — фамес).

Вот вам божественные звуки „небесной гармонии“ — ми и фа!..

Однако, постепенно с развитием производительных сил общества, с развитием техники люди убедились, что все эти небесные „гармонии“ плохо объясняют движение небесных светил. Даже в системе Птоломея, для объяснения движения планет, нельзя было ограничиться только хрустальными сферами да „небесной музыкой сфер“. Пришлось предположить, что каждая планета не просто катится по своей хрустальной сфере, а движется по небольшому кругу — *эпициклу*, который передвигается по кругу, называемому *деферентом* (см. рис. 26).

Все это, конечно, нарушило простоту и стройность всей системы. По мере развития точности астрономиче-

ских наблюдений для объяснения движения планет приходилось вводить у одной планеты несколько эпициклов. В конце концов число эпициклов дошло до 23. Но и это количество эпициклов не помогало. Одним словом, система Птоломея принимала все более и более сложный и запутанный вид.

Однако, несмотря на всю эту запутанность и сложность системы Птоломея, в средние века нельзя было возражать против нее, нельзя было даже сомневаться в правильности ее. Эта система Птоломея стала чуть ли не таким же краеугольным камнем христианской церкви, как и учение о святой троице. Всякое сомнение в правильности Птоломеевой системы означало ужасное богохульство, бунт против религии.

Долго продержалось это поповское мракобесие. Всего только триста лет тому назад трудами Коперника, Бруно, Галилея, Кеплера, Ньютона и других борцов за научное мировоззрение — были разбиты хрустальные сферы древних и разрушена вся эта „небесная гармония".

Обоснование геоцентризма Аристотелем. Геоцентризм — учение о том, что Земля неподвижна и находится в центре мира — церковь в течение почти двух тысяч лет считала неоспоримым. Логические доказательства справедливости этого учения впервые дал Аристотель в своей книге „О небе". Церковь широко пользовалась этими доводами Аристотеля, поэтому приведем их хотя в очень кратком виде.

Аристотель утверждал, что существует только два простых движения — по прямой линии и круговое.

Круговое движение совершенно, ибо окружность совершенная линия — она не имеет концов и движение по ней будет вечным. Движение же по прямой линии никогда не может быть совершенным, ибо это движение неполное, как и самая прямая линия, которая никогда не бывает закончена.

Круговое движение должно принадлежать телу более возвышенному — „божественному".

Почему же небо и небесные тела нечто божественное и совершенное в природе? — задает этот вопрос Аристотель и тут же отвечает: „все люди, и греки и варвары, если они имели какое-нибудь понятие о божестве, помещали на небе обиталища богов, которым поклонялись.

Местопребывание богов бессмертно, как бессмертны обитающие там высшие существа. И небо и небесные тела — нечто совершенное, бессмертное, вечное — божественное".

Но почему же небо находится в вечном движении, а Земля должна быть в центре и оставаться в покое?

На этот вопрос Аристотель отвечает:

„Всякая вещь, производящая известное действие, сотворена ради этого действия. Действие божества — вечность. Другими словами — вечное существование. Из этого необходимо следует, — говорит Аристотель, — что божественное одарено вечным движением.

Небу присуще это качество, ибо оно тело божественное. И вот почему оно имеет сферическую форму, которая, по самой своей природе, вечно круговращается.

Это круговое движение неба только тогда и возможно, когда существует точка покоя, на которую это движение некоторым образом опирается. Раз есть круговое движение, то должен существовать и центр, вокруг которого совершается это круговое движение.

Этот центр не может находиться на небе, ибо все части неба круговращаются и ни одна из них не находится в покое.

Следовательно, этим центром вечного покоя будет Земля. Сама Земля и существует только потому, что необходимо в природе тело, вечно пребывающее в покое, ибо вокруг него должно происходить вечное круговращение неба.

Земля держится в покое собственным своим равновесием. Помещенная посредине и в равном расстоянии от окраин, Земля не имеет причины стремиться в одну сторону более, чем в другую. Она остается, следовательно, неподвижною в центре, не будучи в состоянии его оставить".

Так учил Аристотель о том, что Земля находится в центре мира и остается там в вечном покое.

Церковная космогония. Церковь — это очень хитрая, ядовитая, эксплоататорская организация. Главная задача церкви — поддерживать эксплоататорские классы. В то время как чиновники и войска охраняют господ, попы обрабатывают мозги трудящихся, объявляя существующий строй богом установленным. Эта работа попов очень тонкая, хитрая, — она меняется в зависимости от

того, какие классы и в какой обстановке надо обрабатывать.

Попам первых веков христианства приходилось обрабатывать, главным образом, крестьянские массы, поэтому они и старались распространять и поддерживать господствовавшее тогда среди земледельцев мировоззрение. Это мировоззрение, заимствованное главным образом от ассиро-вавилонян, и есть изложенное в Библии учение о сотворении мира и о всемирном потопе. Это библийское мировоззрение церковь и объявила священным, а все противоречащее ему считала великим грехом, ересью.

Наука установила теперь вполне определенно, что сами евангелия написаны во втором веке, а остальные, так называемые „священные“ книги „нового завета“ написаны значительно позже. Основные же догматы христианской религии приняты были, только начиная с 4-го века, с Никейского собора. Таким образом, христианство как обособленная религия определилось только с 4-го века.

С этого же 4-го века христианские писатели, св. отцы церкви, такие „столпы церкви“, как св. Василий Великий, св. Иоанн Златоуст, св. Григорий Богослов, признавая в основе геоцентризм, в своих писаниях боролись против учения о шарообразности Земли. Все эти попы, а также и многие другие отрицали шарообразность Земли, установленную и доказанную еще Аристотелем.

Св. блаженный Августин писал об этом в своем сочинении „О граде божием“ так: „Нет никакой причины принимать за истину сказку о существовании антиподов, т. е. других людей, попирающих, будто бы, с другой стороны Землю, где Солнце восходит тогда, когда у нас заходит. Если бы было даже доказано, что вселенная и Земля имеют шарообразную форму, все-таки нелепо предполагать, что какие-то люди могли перейти с этой части вселенной на другую и там посадить оторванную ветвь от семьи первого человека“.

Итак, церковь осудила учение о шарообразности Земли. Земля в центре мира. Земля неподвижна. Сюда приходил Иисус христос, здесь он страдал и умер за грехи всего мира. Считать же Землю шарообразной было величайшей ересью.

В VI веке Кузьма Индикоплов пошел еще больше назад. Он учил, что скиния Моисея и есть модель все-

ленной (см. рис. 6). Земля — четырехугольна. Таким образом, от шарообразности Земли, доказанной еще Аристотелем в 4-м веке до нашей эры и принятой Великой Александрийский Академией, ученые попы отошли назад очень далеко. По их мнению, Земля — не шар и не круглая тарелка, а простой четыреугольник.

Впоследствии церковь примирилась с формой Земли в виде тарелки. И на географических картах вплоть до XVI века, до времени Колумба, мы встречаем изображение Земли в виде круга. В центре этого круга — Иерусалим и Средиземное море в виде креста, по берегам этого моря лежат три материка — Европа, Азия и Африка, а кругом них — океан. Считать же землю шаром даже во время Колумба считалось грубой нелепостью, — грехом.

Приняв геоцентризм Птоломея и Аристотеля как основу строения вселенной, св. отцы церкви разукрашивали ее по мере надобности всевозможными „священными" добавлениями. И в результате получилось смешение в кучу св. ангелов и героев мифологии, бессмертных святых — дев вместе с грешницами Венерой и Андромедой, святых, „божиих" людей и страшных зверей — Б. Медведица, Лев, Гидра, Скорпион, Христос и Юпитер, небо Венеры—райское небо и т. п. чепуха.

Как пример такой церковной космогонии XII века, приведем систему мира Ламберта, изложенную в его „Цветистой книге" (см. рис. 27).

На этом рисунке мы как раз и видим эту смесь священного писания и древне-греческой и римской мифологии на фоне Птоломеевой системы.

Земля, неподвижная и помещенная в центре вселенной, здесь представлена в виде диска с крестом посредине — это Средиземное море. На Земле отмечены материки — Европа, Азия и Африка. Все это окружено океаном. Затем, идут небесные круги: круг Луны и круг Меркурия, в котором вычерчены созвездия Лиры, Кассиопеи, Короны. Затем, — круг Венеры, в котором помещены Стрелец, Лебедь и небесный рай. Подробная надпись гласит: „Рай, куда был восхищен Павел, находится на этом третьем проливе. Есть такие, которые приходят к нам, потому что там почивают души пророков".

На следующих кругах помещены другие созвездия: Пегас, Андромеда, Пес, Козерог, Водолей, Рыбы и др. Но самое характерное для этой системы мира — это то,

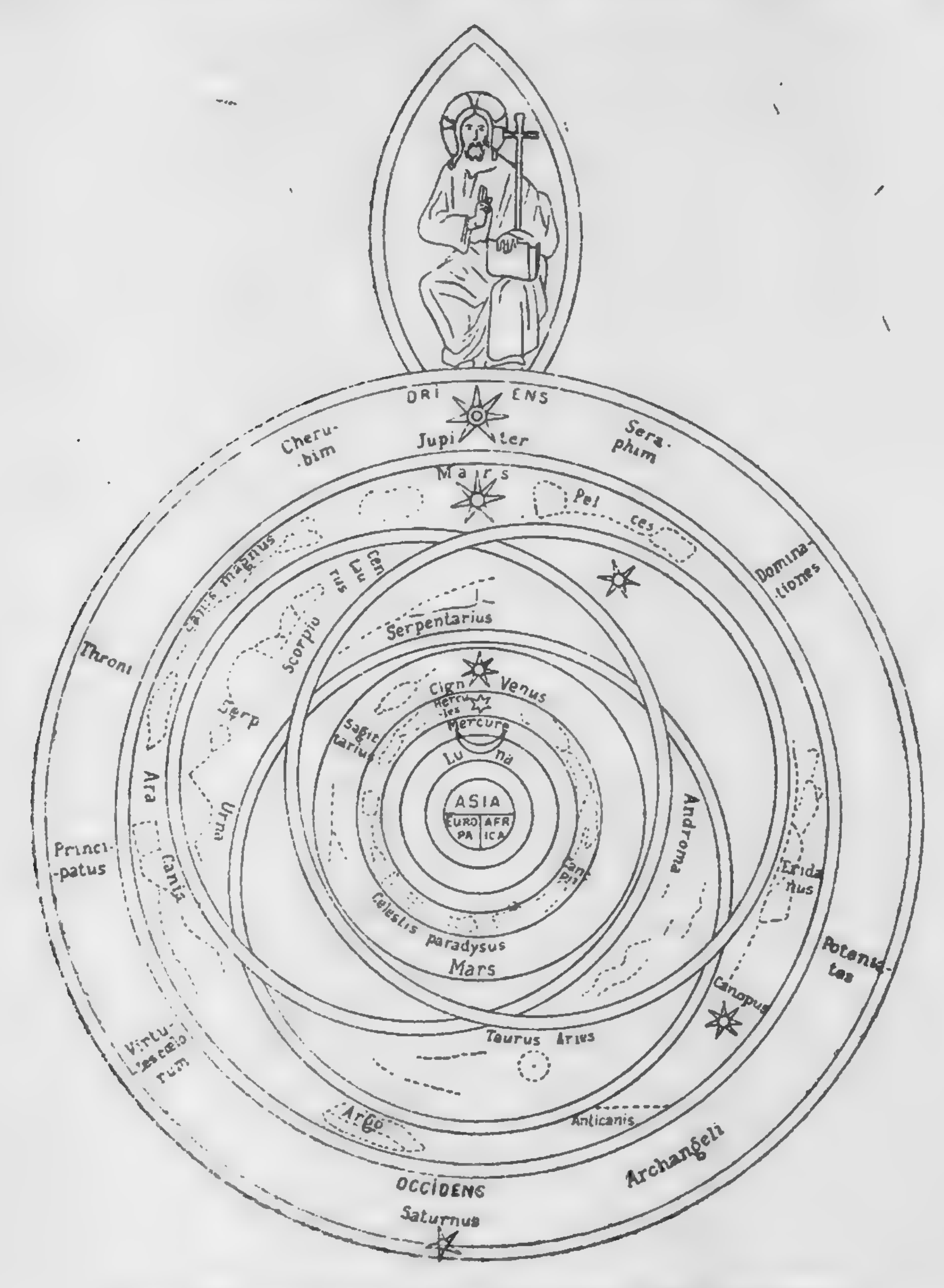


Рис. 27. Система мира Ламберта XII столетия.

что по кругу Юпитера и по кругу Сатурна (см. рис. 27) отмечено местопребывание ангелов, которые расположены от трона бога Иисуса христа в строгом порядке — по чинам. Сперва идут серафимы и херувимы, за ними господства и троны, начала и власти, и наконец — архан-

гелы. Сам же христос восседает на троне поверх всех этих кругов и, кстати сказать, очень похож на громовержца Юпитера.

Ловко указано трудящимся: чины, звания и связанные с этим богатства даны самим богом и отмечены на небе. Смотри на небо, — богом указано, чтобы один был царь, другой князь, третий градоначальник, четвертый исправник и т. д. Целая гармония чинов, почестей, доходов!

Учение Коперника. Первый сокрушительный удар этой церковной астрономии был нанесен лишь в середине 16-го века, сочинением Коперника.

Учение Птоломея о вечном покое Земли в центре вселенной, о движении звезд, Солнца и всех планет вокруг Земли стало догматом христианской церкви. Поэтому утверждать, как Коперник, — о вращении Земли и о движении ее и всех планет вокруг Солнца было в то время настолько смелым суждением, что считалось явной нелепостью, сумасшествием, богохульством.

Изучая долго и внимательно, в течение 30 лет, движение небесных тел и систему Птоломея, Коперник увидел, что система Птоломея не может дать нам точного объяснения движения светил. Она очень сложна. Выводы, сделанные на основании системы Птоломея, не согласуются с наблюдениями.

Копернику казалось странным: почему это планеты двигаются по небу такими странными извилистыми путями? И все это только для того, чтобы обойти вокруг Земли? Луна и Солнце двигаются по кругу, а планеты почему-то совсем иначе?

Его долго мучил вопрос: неужели на самом деле так сложно это движение планет вокруг Земли? Не устроен ли мир значительно проще?

Коперник знал, что некоторые ученые Великой Александрийской академии высказывались против геоцентрической системы мира. Они учили, что не Земля находится в центре мира, а Солнце, вокруг которого движется Земля и остальные планеты. Этих ученых обвиняли в безбожии и подвергали преследованиям.

И все настойчивее и настойчивее перед Коперником вставал вопрос: а что, если эти безбожники на самом деле правы? Попробуем-ка поставить Солнце в центре

и предположим, что Земля и все планеты двигаются вокруг Солнца. Что из этого получится? Не будет ли тогда обстоять дело проще?

Коперник попробовал это, проверял своими наблюдениями в течение многих лет. Наконец, он вполне убедился, что правильнее будет поставить Солнце в центре мира. Это учение Коперника, что в центре мира находится Солнце, — называется **гелиоцентрической системой мира**, или **системой Коперника** (см. рис. 28).

Оно изложено в его сочинении „Об обращении небесных сфер“, в котором Коперник смело называет „нелепым суеверием“ учение о вечном покое Земли в центре мира. Это сочинение Коперника вышло за несколько дней до его смерти в 1543 г. Оно произвело революцию в астрономии и переворот во всей науке.

Коперник смело заявил, что старый библейский взгляд на мир в корне неправилен. Земля вовсе не благороднейшее тело, какое-то особенное создание творца. Видимое движение светил вокруг Земли — простой обман. Мир вовсе не таков, каким он нам кажется. Солнце, планеты и звезды не совершают вокруг нас никакого движения.

Земля, на которой мы живем, находится вовсе не под небом. Небо это не хрустальный свод, а необъятное пространство, где находится масса светил, которые удалены друг от друга на неизмеримо громадные расстояния.

Земля с ее огромными материками, океанами и горными хребтами, с вековыми лесами, с исполинскими реками, с величайшими городами и гигантскими сооружениями — вся эта громадная Земля вращается, подобно волчку, и двигается вокруг Солнца. Земля во вселенной занимает лишь скромное место среди других планет.

Эти планеты двигаются вокруг Солнца просто — по кругам (см. рис. 28), а не по извилистым линиям, по каким, нам кажется, происходит их движение на небе (см. рис. 46).

Все старые поповские бредни об устройстве мира, об исключительном положении Земли в мироздании — все полетело вверх ногами. От старого мировоззрения не осталось камня на камне.

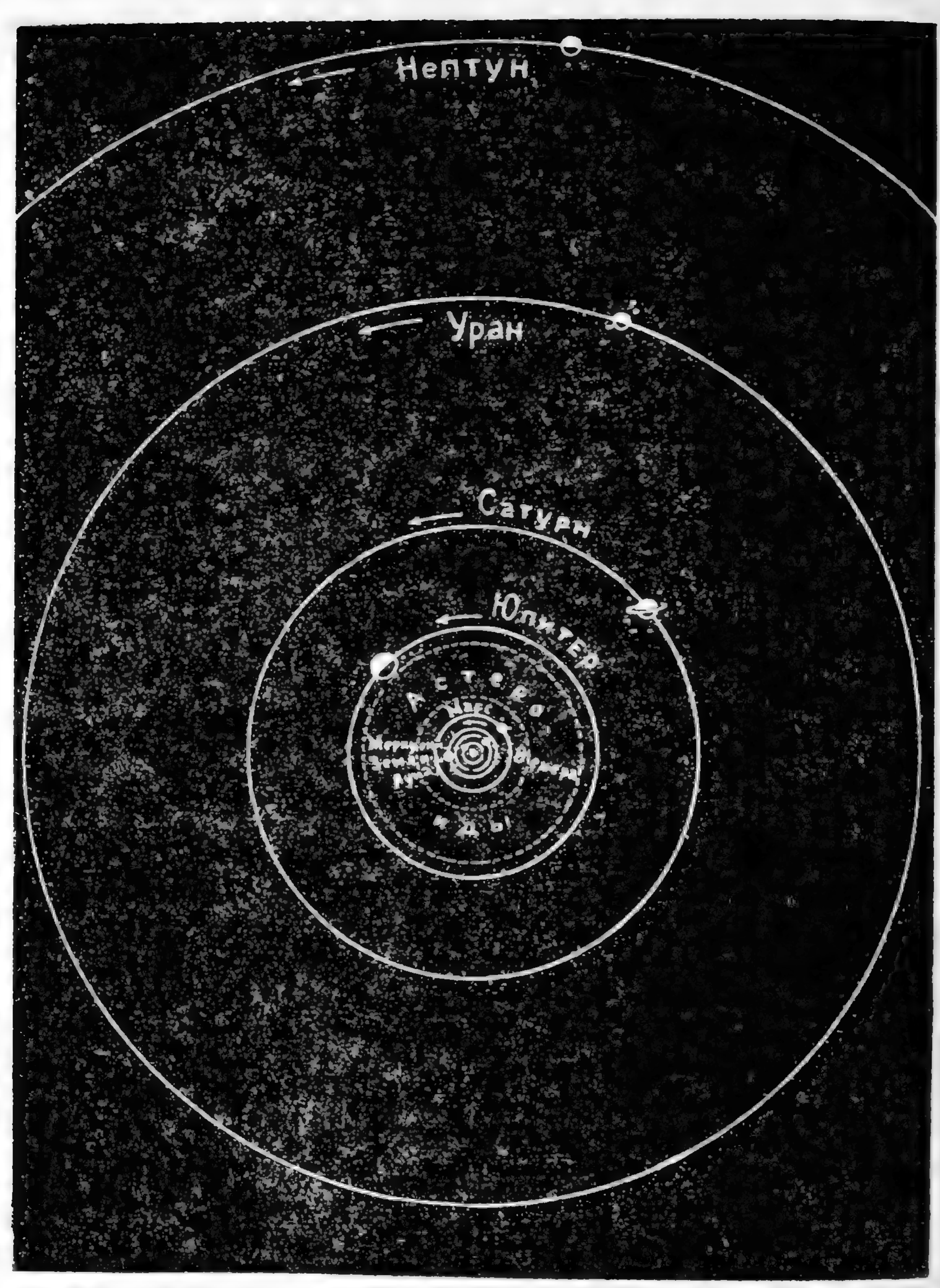


Рис. 28. Гелиоцентрическая система мира. Вокруг Солнца двигаются Меркурий, Венера, Земля, Марс, астероиды Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун.

Система Тихо-Браге. Астроном Тихо-Браге в сочинении своем „О новейших явлениях эфирного мира", опубликованном в 1577 г., предложил свою систему мира, о которой пишет буквально следующее.

„Я заметил, что древняя система Птоломея весьма запутана. Но я не одобряю также и нововведения, предложенные Коперником. Эта грубая масса Земли, столь мало способная к движению, не может, подобно небесным телам, перемещаться и двигаться тремя различными способами, не нарушая законов физики. Притом же, и священное писание мешает принять это учение"

„Итак, — продолжает Тихо-Браге, — я полагаю, что следует твердо и без всяких колебаний поместить Землю неподвижно в центр мира, следуя мнению древних и свидетельству священного писания. По моему мнению, небесные движения происходят таким образом, что Солнце, Луна и сфера неподвижных звезд, замыкающая всю вселенную, имеют центром Землю (см. рис. 29). Пять планет обращаются вокруг Солнца, как около своего вождя и короля. Солнце беспрестанно находится среди этих небесных тел и в сопровождении их совершает свое годовое движение вокруг Земли". Так говорил Тихо-Браге.



Рис. 29. Система Тихо-Браге. Вокруг неподвижной Земли двигаются Солнце, Луна и звезды. А вокруг Солнца двигаются планеты: Меркурий, Венера, Марс, Юпитер и Сатурн.

И перед его взором открывалась следующая картина. Земля — это грубое тело — неподвижно повержено в прах, а Солнце — как король, с блестящей свитой „небесных тел" совершает свое предначертанное богом движение.

И священное писание соблюдено и науке хорошо. А главное — не противоречит священному писанию

и поучает трудящихся: смотрите, король на Земле, что Солнце на небе!

Главнейшими возражениями против системы Коперника Тихо-Браге считал такие. Земля слишком тяжела для того, чтобы носиться под небесами. Земля вовсе не небесное тело. Мы не чувствуем этого движения Земли. Если бы Земля вращалась, то морская вода, камни, животные, люди и все подвижные предметы все время уносились бы к западу. Но ничего подобного нет. Наконец, „как может Земля каждый день опрокидываться, а мы через каждые 12 часов становиться вверх ногами?" Действительно, вот удовольствие, два раза в сутки становиться вверх ногами! Неужели премудрый бог может это допустить? Так рассуждал Тихо-Браге.

Но несмотря на все эти „доводы от науки" и свидетельства священного писания, эта искусственная половинчатая система Тихо-Браге долго удержаться не могла. Вскоре стало ясно, что не может быть никаких соглашений между церковью и учением Коперника. И эта соглашательская система сама собой отпала, открыв путь для принятия гелиоцентрического учения.

ГЛАВА IX

БОРЬБА С ЦЕРКОВЬЮ ЗА НОВОЕ МИРОВОЗЗРЕНИЕ.

Появление учения Коперника. Учение Коперника о вращении Земли вокруг оси и о движении ее вокруг Солнца было принято не сразу. Оно встретило горячий отпор и, прежде всего, от представителей церкви.

Агент германских князей, пожелавших завладеть доходами папы римского, монах Мартин Лютер высмеивал Коперника и писал о нем так: „Коперник доказывает, будто Земля движется, а небо и Солнце неподвижны. Будто здесь происходит то же, что при движении в повозке или на корабле, когда едущему кажется, что он сидит неподвижно, а Земля и деревья бегут мимо него. Ну, да ведь теперь всякий, кому хочется прослыть умником, старается выдумать что-нибудь особенное. Вот и этот дурак намерен перевернуть вверх дном всю астрономию“.

Другой, такой же знаменитый поп — Меланхтон возражал против Коперника: „глаза — свидетели, что небо обращается вокруг Земли в 24 часа“, а затем начинал „крыть“ Коперника текстами из священного писания и, в конце концов, обращался к властям: „укротите этого сарматского[1] астронома, который заставляет Землю двигаться, а Солнце — стоять неподвижно“.

Епископ Пизанский называл книгу Коперника: „опасной, безрассудной, скандалезной и противной священному писанию“.

У нас, в царской России, православные попы ругали Коперника так: „проклятый Коперник — богу суперник,

---

[1] Польского.

от презельского[1] лютерского безумия тягостную Землю подъяша на воздух от кентра земного, иде же бысть от бога сотворена, вознесоша ю на высоту небесную и со звездами ю уравниша и планетою ю нарекоша". Коперник, по мнению наших попов, был „богу-суперник". Будь проклят! Анафема!

Католическая церковь осудила и запретила не только сочинение Коперника, но и все книги, защищающие учение Коперника, — „дабы оно не распространялось более к великому ущербу католической истины". Этот запрет был отменен только в 1835 году, когда о возражении против учения Коперника не могло быть и речи.

Так единодушны были католические, лютеранские и православные попы в своем жестоком приговоре этому новому учению.

Да и понятно. Учение Коперника насквозь безбожно. Оно взрывает самые основы христианского вероучения. Попов возмущали и возмущают не столько астрономические теории Коперника, сколько те выводы, которые неизбежно из них вытекали.

Действительно, религия говорит нам о „царстве небесном". Церковь нашла даже место на небе, где помещается это „царство небесное", в которое первым вступил Иисус христос, а за ним праведники и святые. А Коперник учит, — никакого неба нет. Земля одна из мельчайших пылинок вселенной. Размеры Земли так малы, роль Земли во вселенной так ничтожна, что Землю можно даже не заметить в необъятных глубинах вселенной. Земля вовсе не стоит в центре мира. Таким образом, говорить о всемирном значении страданий, смерти и воскресения христа за грехи всего человечества не приходится.

Если признать систему Коперника, то нужно признать, что некоторые из других планет, возможно, заселены тоже грешными разумными существами. А как же тогда с „сыном божиим"? Появлялся ли он там тоже, или нет? Если появлялся, то странно: на каждой такой планете, другой Земле, он чудесным образом рождается, страдает, умирает и возносится? А если не появлялся, то должен появиться, чтобы спасать людей, или совсем бросить это

---

[1] Пагубного.

благое дело — спасать людей, пусть мучаются в аду? Где же тогда милость и любовь бога к людям?

Раз живут люди на других планетах, то как они произошли от Адама? Выходит, что Адамов было несколько? Церковь указывала даже, где был рай на Земле, где жили и грешили Адам и Ева. И вдруг — другая Земля с людьми. Как же это из нашего рая туда попали люди? И таких безбожных, богохульных вопросов появляется у правоверных христиан огромное число. От этих назойливых вопросов некуда деваться.

Ясно, что учение Коперника подрывало веру в сказку об искуплении Иисусом христом всего человечества и разрушало церковное представление о мире.

И церковь объявила войну этому новому учению. Католические попы повели против него самую яростную, самую кровавую борьбу. Многие пострадали и умерли в тюрьме, с некоторыми обошлись „кротко, без пролития крови“ — сожгли живьем на костре. И все это за то, что осмелились утверждать, что не Земля, а Солнце стоит в центре мира. А это, — по постановлению католических попов, — считалось: „нелепым, ложным и греховным, так как оно противоречит священному писанию“.

Вплоть до 1835 г., т. е. почти до половины 19 века — века пара и электричества, католические попы не снимали своего запрета с учения Коперника.

Книга Коперника „Об обращении небесных сфер“, в которой он изложил свою систему мира, была торжественно проклята, запрещена и сожжена. Попы сожгли бы и самого Коперника; но не сделали этого по одной простой причине — Коперник давно успел умереть и лежал в могиле. Книга Коперника вышла в свет за несколько дней до его смерти, и только смерть Коперника спасла его от костра.

Казнь Джордано Бруно. За проповедь учения Коперника церковь сожгла живьем знаменитого ученого *Джордано Бруно.*

Джордано Бруно был величайший революционер в области мысли. Он поражал современников своими способностями, умом и красноречием. Исключительным дарованиям соответствовала и исключительная жизнь — жизнь революционера, полная странствований и борьбы. Он был объявлен врагом церкви и его всюду стали пресле-

довать. Бруно скитается по Европе и везде протестует против авторитета священного писания.

Ему попадается в руки книга Коперника, и он сразу становится ревностным сторонником нового учения. Он делает массу новых выводов, какие не пришли в голову и самому Копернику. А именно—Земля маленький шар, а Солнце—исполинское огненное светило, которое тоже вращается вокруг своей оси. Но весь солнечный мир не более, как песчинка, затерянная в пустынях пространства. Это пространство — бесконечно. Оно наполнено миллионами миллионов миров. Каждая звезда — Солнце. Вокруг этих Солнц плавно носятся по кругам стаи планет. На этих планетах есть также жизнь и обитают существа, иногда и совершеннее нас. Миры имеют свою историю развития: одни возникают, другие—погибают. Всюду движение и жизнь!

Вот каковы были мысли Бруно об устройстве вселенной. Кто из сознательных людей станет спорить против них в настоящее время? Никто. Но для церкви эти мысли, как противоречащие священному писанию, — опасны. Они противобожеские и богохульные.

Князья церкви объявили Бруно безбожником, врагом церкви, хитростью заманили на родину в Италию, схватили и бросили в тюрьму.

Его пытали огнем и каленым железом, убеждали отказаться от заблуждений и держали в тюрьме 8 долгих лет. Но ни мучительные пытки, ни угрозы смерти на костре не вынудили от Бруно отказа от своего учения. И 17 февраля 1600 года на Площади Цветов в Риме,— в центре столицы Италии, на глазах громадной запуганной толпы народа, с торжественным богослужением, сожгли живьем этого философа-революционера Джордано Бруно.

Но все костры в мире не в силах были остановить развитие техники и науки и удержать авторитет священного писания.

Победе учения Коперника способствовало изобретение в начале XVII века зрительной трубы и труды ученых: *Галилея, Кеплера и Ньютона.*

Отречение Галилея. Галилей был знаменитый итальянский ученый. Он первый дал реальные доказательства справедливости учения Коперника и широко его

популяризировал. Галилей изобрел зрительную трубу,— общеизвественный театральный бинокль.

Изобретение зрительной трубы привело Галилея к открытию четырех спутников Юпитера, фаз Венеры, гор на Луне, солнечных пятен и их движения. Отсюда он заключил, что Солнце вращается вокруг своей оси. А движение спутников Юпитера дает поразительное сходство с нашей планетной системой, где вокруг большого Солнца двигаются Земля и другие планеты. Вращение же Солнца, во много раз большего, чем Земля, подтверждает возможность вращения и Земли.

Попы и защитники старины не хотели верить этому открытию Галилея и этим наглядным доказательствам справедливости учения Коперника. Они еще более усилили преследование нового учения.

Галилей поехал тогда в Рим, чтобы лично защищать учение Коперника, но в результате получил лишь запрещение раз навсегда говорить об учении Коперника. Тогда Галилей напечатал сочинение—„Разговоры о двух великих мировых системах—Птоломеевой и Коперниковой". В этой книге он высказался за учение Коперника.

Поднялась буря. Как смел он сказать это? Это противоречит „священному писанию", он оскорбляет религию! Разве не знает этот дерзкий старик, что ученые епископы уже осудили книгу Коперника!

В их постановлении было сказано: „утверждать, что Солнце стоит в центре мира — мнение нелепое, ложное с философской точки зрения и формально греховное, так как оно противоречит священному писанию. Утверждать, что Земля не находится в центре мира, что она не остается неподвижной и вращается вокруг оси, есть мнение столь же нелепое, ложное с философской и греховное с религиозной точки зрения".

Галилея вызвали в Рим к ответу. Его заключили в тюрьму, мучили допросами, томили неизвестностью и даже подвергли пытке. Ему предстояло одно из двух — или отречение от учения Коперника, или смерть.

У великого Галилея не хватило смелости революционера. Чтобы спасти жизнь, он — семидесятилетний старик, стал на колени перед этими „высокопреосвященными" попами, положил руку на евангелие, отрекся и проклял учение Коперника, справедливость которого

сам же доказал впервые. Больше этого — он обязался доносить на каждого, кто будет говорить о вращении Земли и о движении ее вокруг Солнца (см. рис. 30).

Приведем для полноты картины этот позорящий церковь документ — отречение Галилея. Оно дословно было следующее.

„Я, Галилео Галилей, сын покойного Винченцо Галилея из Флоренции, 70 лет от роду, самолично поставленный перед судом, здесь, *на коленях* перед вами, высокопреосвященными кардиналами, генерал-инквизиторами всемирной христианской общины против всякого еретического растления, перед евангелием, которое вижу собственными глазами и до которого касаюсь собственными руками, клянусь, что я всегда веровал и, с помощью божиею, буду веровать всему, что святая католическая и апостольская римская церковь за истину приемлет, что проповедует и чему учит. Но так как священное судилище приказало мне совершенно оставить ложное мнение, будто Солнце есть неподвижный центр мира, Земля же не центр и движется, и запретило под каким бы то ни было видом придерживаться, защищать или распространять упомянутое ложное учение, я же после того как было объяснено мне, что это учение противно священному писанию, написал и напечатал книгу, в которой излагаю осужденное уже учение и привожу в его пользу доводы, ничего впрочем, не решая,—то этим самым навлек я на себя сильное подозрение в *ереси*, то есть в том, что придерживаюсь и верю, *будто Солнце есть центр мира и неподвижно, Земля же не центр и движется.* Желая теперь изгладить из умов ваших высокопреосвященств и каждого христианина - католика это сильное и справедливо возникшее против меня подозрение, я, с чистым сердцем и верою неложною, *отрекаюсь от упомянутых заблуждений и ересей, проклинаю их и ненавижу их* и, вообще, всякие заблуждения и мнения, противные сказанной святой церкви. Клянусь, что в будущем ни устно, ни письменно не выскажу ничего такого, что способно возбудить против меня подобное подозрение. Если же узнаю о каком-либо еретике или о человеке, навлекающем подозрение в ереси,—*не премину донести* о нем сему священному судилищу, или инквизитору, или епископу того округа, где буду нахо-



Рис. 30. Отречение Галилея в церкви св. Марии в Риме 22 июня 1633 г. (по картине, хранящейся во Флоренции).

диться. Клянусь, кроме того, и обещаю, что выполню и вполне соблюду все эпитемии, какие на меня наложены или будут наложены. Если же, сохрани боже, совершу что-либо противное сим обещаниям, уверениям и клятвам,—да подвергнусь всем мукам и истязаниям, кои священными канонами и другими постановлениями, общими и частными, против такого рода нарушителей установлены и обнародованы. Да поможет мне бог и святое евангелие, до которого касаюсь руками".

Отречение Галилея спасло ему жизнь, но не дало свободы: его сослали под надзор, запретили печатать что бы то ни было, учить чему-либо и принимать у себя кого-либо.

Гонения не прекратились и после смерти Галилея. Весь мир должен был видеть, как церковь карает вредных еретиков. Вот как расправлялись князья церкви, когда они стояли у власти, с борцами за новое мировоззрение, с этими первыми революционерами человеческой мысли.

В средние века классовый интерес помещика, гонявшего крепостных на барщину, требовал, чтобы была доказано ошибочность этого нового учения. Если не Земля, а, действительно, Солнце находится в центре мира, то это значит, что священное писание ошибается. А если это допустить, то придется отрицать существование бога. А с падением власти бога над умами трудящихся, конечно, падает власть царя и помещика. Вот в чем опасность этого нового учения.

Чем религиознее человек, тем больше он верит. Чем больше верит, тем меньше знает, тем он глупее, тем легче им управлять. И эксплоататорские классы поддерживают всемерно религию, попов и церковь. Но эта поддержка не в силах задержать дальнейшее развитие техники и науки и остановить неизбежное уничтожение религии.

Раньше сжигали на кострах, гноили в тюрьмах, а теперь, в XX столетии, в век радио и электрификации, в Америке—в этой стране мировых акул, ростовщиков и спекулянтов, устраиваются позорнейшие „обезьяньи процессы"—судят и осуждают теорию Дарвина, как противоречащую священному писанию.

Крестовый поход против СССР. Еще совсем недавно, в марте 1930 г. папа римский, глава католи-

ческой церкви, призывал весь мир пойти крестовым походом на СССР. По мнению папы, в СССР преследуют религию, СССР угрожает существованию науки, культуры и цивилизации. В ответ на эту клевету советские астрономы послали открытое письмо папе римскому, где очень вежливо напомнили ему, как с благословения папы католическая церковь душила науку, сожгла на костре знаменитого философа Джордано Бруно, как преследовала Галилея и др. ученых.

Трудящиеся в СССР знают, почему вдруг стал заботиться о науке, культуре и цивилизации глава католической церкви — папа римский. Мы знаем, папа римский благословлял войну 1914—1918 гг., стоившую человечеству 20 миллионов жизней. Он благословлял интервенцию против нашего Союза, когда империалисты терзали нашу страну и помогали белогвардейцам. Папа благословляет насилие, гнет и ужасы буржуазного режима со все растущей безработицей, с фашистским террором, гноящим в тюрьмах до полмиллиона рабочих и крестьян. Все это папа римский благословляет. Зато яростно ненавидит он СССР — единственную пока страну в мире, где власть находится в руках самих трудящихся.

Этот христианский, «смиренный» призыв папы римского пойти крестовым походом на СССР, вся эта антисоветская кампания духовенства в союзе с капиталистами еще больше раскроют глаза трудящимся на контрреволюционную роль религии.

ГЛАВА X.

ДОКАЗАТЕЛЬСТВА ДВИЖЕНИЯ ЗЕМЛИ.

Вращение Земли вокруг оси. После появления в свет книги Коперника, попы и некоторые ученые старались путем отвлеченных рассуждений и текстов священного писания опровергнуть учение Коперника. Писали толстые книги с якобы „доказательствами“ против системы Коперника.

Другие же ученые занялись научной проверкой, разыскиванием научных доказательств вращения Земли и движения ее вокруг Солнца, нахождением причины этого вращения и движения. Однако, на этом пути ученые встретили сначала много трудностей.

Во-первых, техника была тогда еще в очень слабом состоянии, а поэтому точность наблюдений была недостаточная. Во-вторых, движение и вращение тел, тоже по причине слабого состояния техники, не было изучено как следует,—еще не знали основных законов механики.

И только через 75 лет после опубликования книги Коперника, когда производительные силы общества достигли достаточного развития и люди смогли значительно точнее наблюдать и измерять,—удалось найти законы движения планет, а затем постепенно и доказательства движения Земли.

Возражения против вращения Земли, выдвинутые Тихо-Браге (см. гл. VIII), были вскоре опровергнуты работами Галилея.

Однако попы вплоть до сего времени приводят эти возражения Тихо-Браге как доказательства против учения Коперника.

— Посмотрите,—говорят они,—птицы небесные поднимаются с Земли, летают в облаках и снова возвра-

щаются в свои гнезда. А если бы Земля вращалась, то разве птицы могли бы снова возвращаться в свои гнезда? Они должны бы все время лететь за вращающейся Землей. Или бросьте вверх отвесно камень, он снова вернется к вам на Землю на прежнее место. Как же так? Если Земля вращается, то этого не будет Пока камень летит вверх, а потом падает вниз, Земля повернется вокруг своей оси, и камень не упадет на прежнее место. А этого не бывает никогда. камень всегда падает на прежнее место, откуда его бросили вертикально вверх. Следовательно, Земля неподвижна.

Попы глубоко ошибаются. Они не знают механики. Посмотрите внимательнее. Все, что двигается, сохраняет свое движение. Например, когда вы едете в трамвае, в вагоне железной дороги, на пароходе, вы свободно переходите с место на место, поднимаетесь на ноги, а потом садитесь на то же место. Если бросите в едущем вагоне вверх яблоко, мячик,—они падают к вам в руки обратно, так же как и на Земле. Почему же это происходит?

Потому, что при движении всякое тело сохраняет свое движение. Мы двигаемся по земной поверхности, бросаем вверх камень — все равно, что в едущем вагоне трамвая. Мы все время участвуем в этом вращении Земли. Участвует также брошенный вверх камень, летающая птица. Воздух, вся наша атмосфера тоже вращается вместе с Землей. Никто и ничто не может освободиться от вращения Земли.

При любом движении каждое движущееся тело — брошенный камень, парящая за облаками птица, летящий аэроплан, идущий по Земле человек, прыгающий по траве кузнечик — всегда все они участвуют во вращении Земли и сохраняют все время ее скорость и поэтому не отстают при своем движении от вращающейся Земли.

Теперь перейдем к самим доказательствам вращения Земли.

Точные измерения дуг земных меридианов показали, что земная поверхность не представляет собой точно шаровой поверхности. Земля есть шар, приплюснутый по оси вращения. Это сжатие Земли как раз по оси вращения, а не как-нибудь иначе, и доказывает, что Земля вращается.

Действительно, такое сжатие Земли есть результат вращения Земли, когда Земля была еще в жидком состоянии. Мы знаем, что при вращении куска мягкой глины на гончарном станке получается сжатый шар, а чем быстрее вращать станок, тем больше шар сплющивается. Возьмите и проделайте сами такой опыт.

Налейте в стакан воды и немного спирта и смешайте. Затем в эту смесь налейте немного какого-нибудь жидкого растительного масла. Тогда увидите, что налитое масло примет обязательно шарообразную форму. Если теперь ввести в этот масляный шарик небольшую палочку и вращать ее между ладонями рук, то шарик будет заметно сплющиваться. Это сплющивание будет все больше и больше, если мы будем все увеличивать и увеличивать скорость вращения шарика.

Сжатие Земли теперь определено очень точно, оно зависит от скорости вращения Земли. При большей скорости вращения Земля была бы больше сжата. Например, планета Юпитер вращается значительно скорее Земли — Юпитер в 10 часов делает полный оборот вокруг оси, а Земля — только в 24 часа, поэтому сжатие у Юпитера значительно больше, чему у Земли. Итак, сжатие Земли есть первое доказательство вращения Земли.

Рассмотрим теперь второе доказательство. При вращении Земли развивается центробежная сила. Действие центробежной силы каждый может наблюдать, стоит только привязать камень к веревке, взять веревку за другой конец и вращать камень вокруг себя. Тогда веревка натянется и при очень быстром вращении может даже оборваться. Эта сила, которая натягивает веревку и даже разрывает ее при очень быстром вращении, и есть центробежная сила.

Такая центробежная сила получается и при вращении Земли. Центробежная сила направлена от Земли, а сила притяжения имеет направление к Земле. Таким образом, центробежная сила дейс вует против силы земного притяжения и этим уменьшает ее. Иначе говоря, при вращении Земли мы должны обнаружить, что центробежная сила уменьшает силу тяжести. Наибольшее действие центробежной силы будет на земном экваторе.

Таким образом, на земном экваторе тело должно весить меньше всего. Чтобы убедиться в этом, нужно

взвесить при помощи точных пружинных весов одно и то же тело на экваторе и где-нибудь на Земле, поближе к полюсам. Оказывается, действительно, одно и то же тело весит в разных местах на Земле разно: на экваторе оно весит меньше всего. Около $^1/_{200}$ своего веса тело теряет при перевозке его с полюса на экватор. Это как раз и подтверждает наличие центробежной силы на Земле, т. е., иными словами, обнаруживает вращение Земли. Итак, уменьшение силы тяжести на экваторе есть второе доказательство вращения Земли.

Перейдем теперь к третьему доказательству вращения Земли вокруг оси, — к опыту Фуко.

Опыт Фуко. *Опыт Фуко* очень просто и наглядно убеждает во вращении Земли. Впервые этот опыт был произведен Фуко в 1851 г. в Парижском Пантеоне (б. храм св. Женевьевы — покровительницы Парижа). Затем, перед империалистической войной этот опыт был повторен опять в том же Парижском Пантеоне Фламарионом.

В царской России и у нас в СССР *ни разу* этот опыт Фуко *не ставился публично для широких масс.* Однако, этот опыт очень прост по самой постановке, очень нагляден и имеет *огромное антирелигиозное* значение, если его к тому же поставить в каком-нибудь храме. В данное время идет подготовка этого опыта Фуко в Ленинграде, в б. Исаакиевском соборе, обращенном теперь в Государственный Антирелигиозный Музей.

Опыт Фуко наглядно доказывает для широких масс справедливость учения Коперника и этим разрушает церковное мировоззрение. А доклады, соответственно поставленные при этом опыте, заостряют значение учения Коперника и заставляют обывателя, еще находящегося в дурмане религии, задуматься над многими догматами религии и отбросить их как очевидный и никому не нужный хлам.

Опыт Фуко основан на свойстве вращающегося тела сохранять плоскость своего вращения. Это свойство было детально изучено французским физиком Фуко и разработано в его теории жироскопа, имеющей теперь огромное значение в технике. Качание же маятника есть только частный случай такого вращения: а именно — когда круговое движение происходит не по всему кругу (360°), а занимает всего лишь несколько градусов —

только часть круга. И заслуга Фуко в постановке этого опыта заключалась, главным образом, в том, что он приложил открытые им свойства жироскопа, т. е. вращающегося тела, к качающемуся маятнику, установленному на вращающейся Земле. Этим он очень просто доказал вращение Земли.

Итак, вращающееся тело, а также качающийся маятник сохраняют направление плоскости своего вращения, или качания.

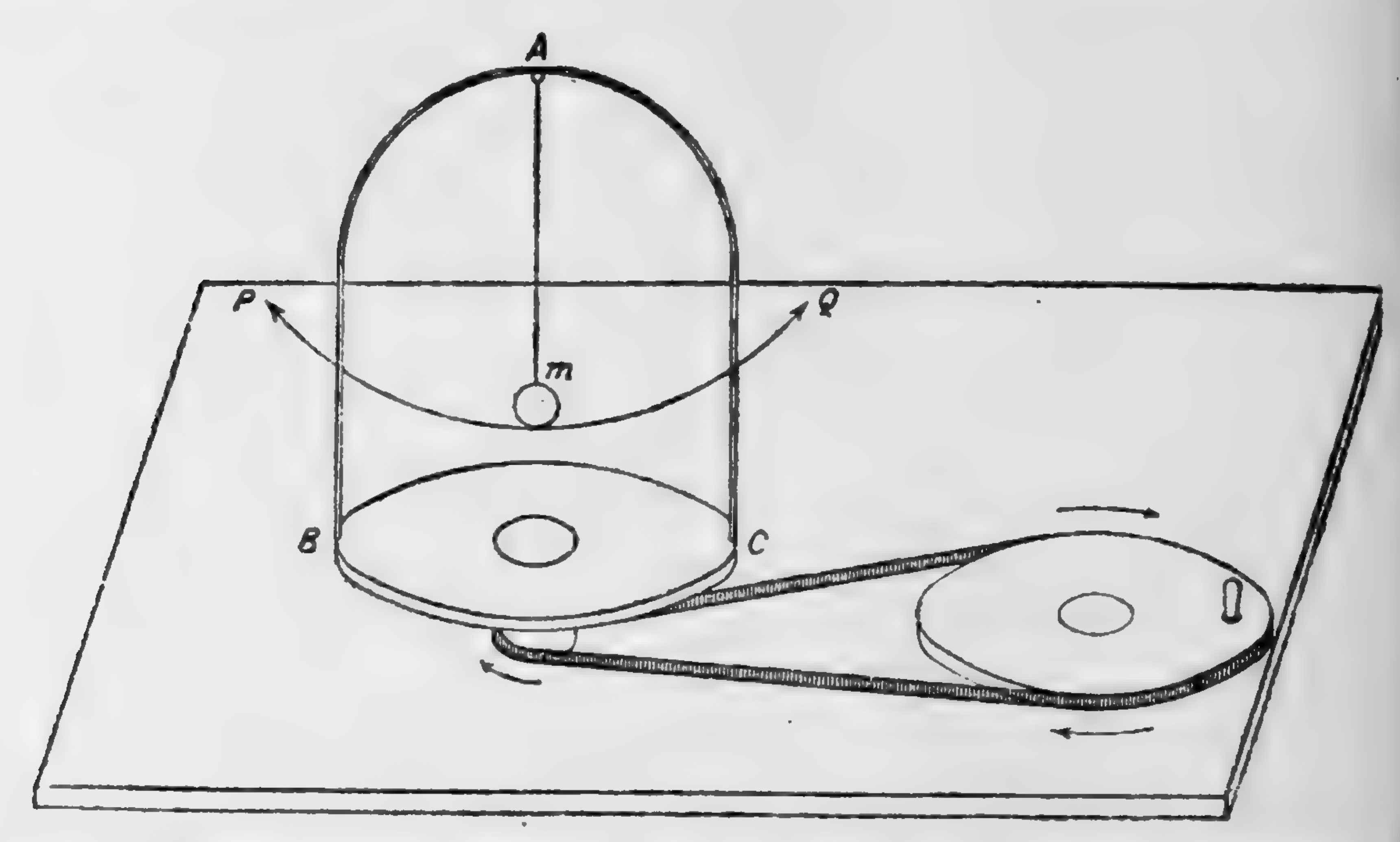


Рис. 31. Центробежная машина для доказательства свойства маятника— сохранять плоскость своего качания.

Всякий, кто ездит на велосипеде, тот прекрасно знает это свойство на своем собственном опыте. На велосипеде мы только поэтому-то и сохраняем равновесие, что вращающееся колесо велосипеда сохраняет плоскость своего вращения. И чем скорее вращается колесо велосипеда, тем устойчивее мы сидим на велосипеде.

До того, как приступить к самому опыту Фуко, нужно предварительно показать аудитории это свойство маятника сохранять плоскость своего качания. Демонстрировать это свойство маятника можно вращающимся волчком, жироскопом, а также при помощи центробежной машины (см. рис. 31).

На стойке *ABC* центробежной машины подвешен маятник *Am*. Если пустить этот маятник качаться и привести подставку *BC* во вращение, то оказывается, что маятник все время качается в одной и той же плоскости *PQ*, в которой мы его сначала качнули.

Таким образом, мы на этом опыте увидим, что, несмотря на то, что вращается стойка *ABC*, к которой подвешен маятник, плоскость качания маятника остается неизменной. В какой плоскости мы качнули маятник, в той он и качается, хотя подставка под маятником все время поворачивается.

То же самое будет и на вращающейся Земле. Соорудим на Земле, предположим — на полюсе Земли, большую подставку, как *ABC* на центробежной машине. Подвесим на этой подставке маятник и пустим его качаться. На Земле насыпаем под маятником опилки или песок, чтобы маятник прочерчивал линии при каждом своем качании.

Плоскость качания маятника, как мы уже знаем, все время остается неизменной, а Земля под маятником вращается с запада на восток в 1 час на 15 градусов. Поэтому та черта, которую прочертит маятник при своем первом качании, будет вместе с Землей все время отходить в час на 15 градусов. Т. е., если стать лицом к югу, то этот отход первой черты на Земле от плоскости качания маятника будет происходить все время вместе с вращающейся Землей *против часовой стрелки — с запада через юг на восток.*

На полюсе этот отход первой черты от плоскости качания маятника в 1 час равен 15 градусам, а в Ленинграде 13°, в Москве 12°, в Одессе 11° в час.

Для того, чтобы лучше заметить этот отход первой черты от плоскости качания маятника, нужно заставить маятник *долго качаться*. А для того, чтобы маятник продолжал долго качаться, нужно, чтобы у него груз был достаточен и чтобы длина маятника была как можно больше. Лучше всего поэтому для опыта Фуко подходят церкви.

Длина маятника в опыте Фуко в Парижском Пантеоне была 67 метров, а вес чечевицы 28 килограммов. Маятник имел размах, равный около 7 метров и обладал периодом колебания в 16 секунд, т. е. через 16 секунд маятник приходил в прежнее положение. Благодаря

такому медленному качанию маятника (период равен 16 секундам), за каждое его качание черта отходила на $2^{1}/_{2}$ миллиметра. Таким образом, все присутствовавшие при этом опыте очень хорошо видели, как Земля за каждый размах маятника поворачивается с запада на восток.

Если поставить опыт Фуко в Исаакиевском соборе в Ленинграде, то мы получим еще более благоприятные условия для такой наглядности. А именно — длина маятника будет 102 метра, т.-е. на 35 метров больше, чем в Парижском Пантеоне (на $^{1}/_{3}$ больше). Вес маятника будет тоже соответственно больше, а именно — 50 килограммов. Период качания маятника будет 20 секунд, т.-е. за одну минуту маятник сделает всего 3 полных колебания. Так медленно он будет качаться. Размах маятника будет до 12—15 метров (см. рис. 32).

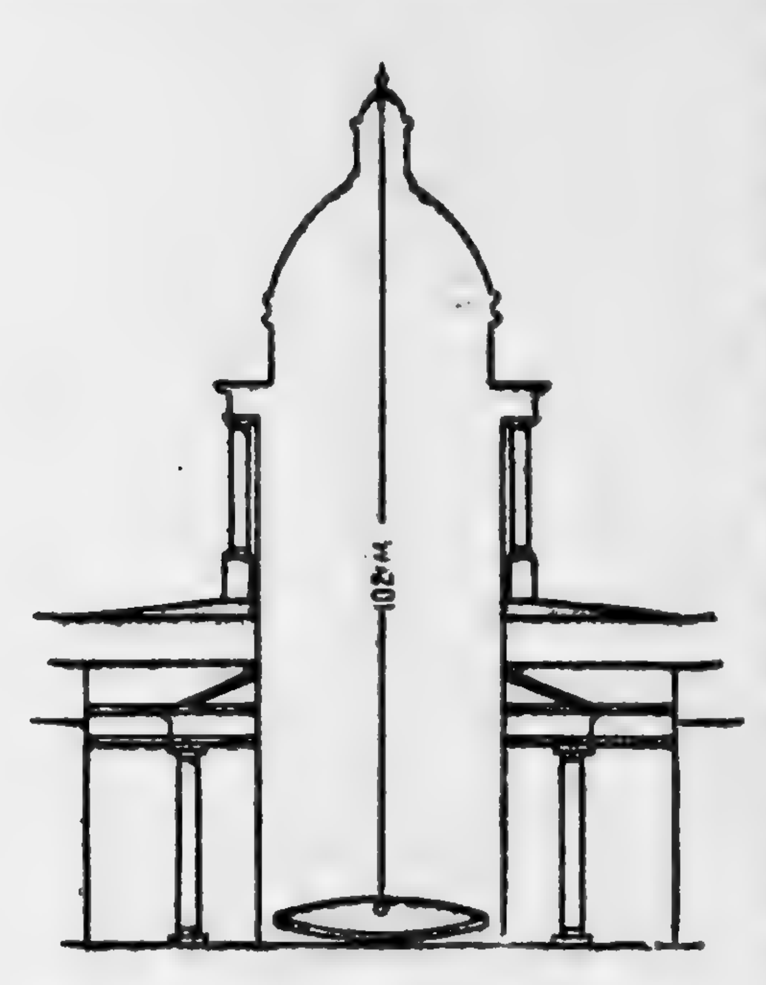


Рис. 32. Маятник Фуко в Исаакиевском соборе в Ленинграде.

Чтобы достигнуть еще лучшего эффекта в этом опыте Фуко в Исаакиевском соборе, предполагается сделать следующие улучшения.

Во-первых, для подвеса маятника будет впервые применен шаровой подшипник. Как известно, шаровой подшипник дает очень мало трения, при этом шарики его могут выдержать очень большую нагрузку. Такой шаровой подшипник, как показывает рис. 33, будет помещен в железный цилиндр с отверстием внизу и с ввинченной крышкой вверху. К крышке этого цилиндра прикреплено на стержне кольцо, которое и будет надеваться на крюк в куполе собора и наглухо привинчиваться к этому крюку особыми болтами с железной планкой.

В подшипник вставлен железный конус, внутри которого и идет проволока самого маятника. При качании маятника Фуко плоскость его качания, таким образом,

не будет сильно задерживаться трением или останавливаться, как это имеет место, например, при стремянном подвесе (когда на острие крюка вешается стремя с прикрепленной к нему проволокой), или при каком-либо другом подвесе.

Во-вторых, чечевица маятника будет иметь точно шаровую форму (см. рис. 34). Этим достигается наибольший вес при наименьшей поверхности. Затем, при шаровой форме чечевицы не будет посторонних вихрей в воздухе при качании маятника. Кроме того, лучше будет сохраняться одна и та же плоскость качания маятника. Вес этого шара 50 киллограммов.

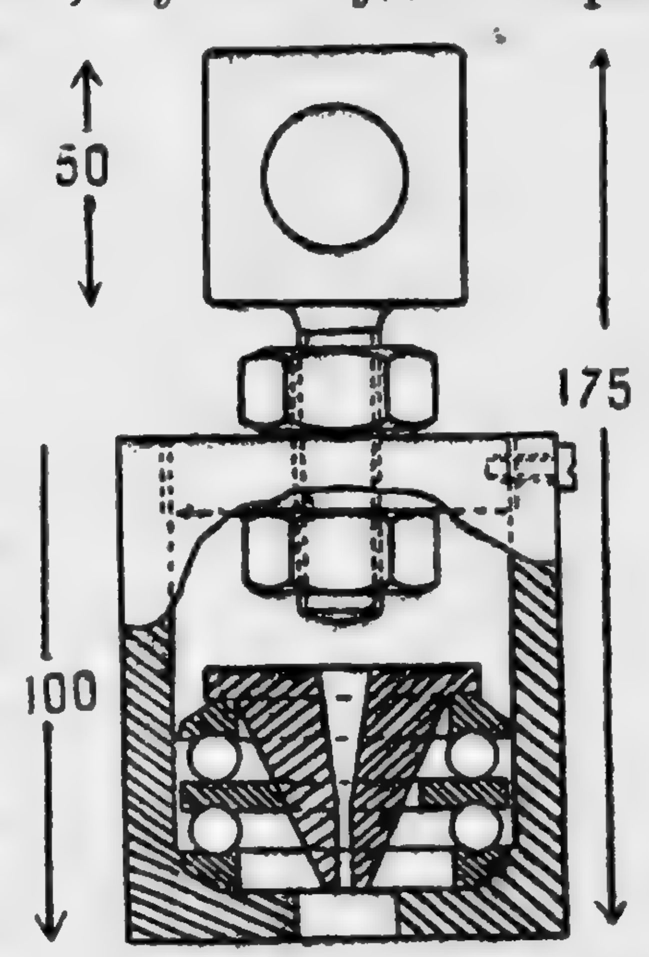


Рис. 33. Подвес для маятника Фуко в Исаакиевском соборе в Ленинграде.

Проволока будет прикрепляться к этому шару, как показывает рис. 34. таким же коническим зажимом, каким зажимают сверла.

Снизу этого шара ввинчивается острие или особое перо для отметки первого штриха и для определения отклонения первого штриха от плоскости качания маятника.

В-третьих, чтобы при качании маятника уменьшить трение, маятник не будет чертить всей линии, а будет отмечать только на краях своего размаха черточки. Для этого, к концу размаха маятника будет насыпана горка песку, на которой острие шара и отметит первую черту. А затем, размах за размахом, острие шара будет отмечать, насколько повернулась Земля за время одного размаха маятника.

В-четвертых, кроме этого острия, ввинчиваемого в шар, предполагается делать отметки особым пером-кисточкой. Эта кисточка будет прочерчивать при каждом размахе маятника линии, на особом листе бумаги, поставленном наклонно по краям размаха маятника.

Отмеченные градусами углы на этом листе бумаги дадут возможность с точностью одного градуса отсчитать

угол, на который повернулась Земля в данный промежуток времени.

Наконец, в-пятых, чтобы еще лучше заметить, как Земля поворачивается под качающимся маятником, к шару маятника будет прикреплено плоское зеркальце.

На это зеркальце будет падать луч света от проекционного фонаря и, отражаясь от этого зеркальца, давать на стене Исаакиевского собора светлое пятно, так называемый зайчик. Этот зайчик будет перемещаться по стене собора вдвое скорее, чем поворачивается Земля. И этим самым, пока объясняет лектор принцип опыта Фуко, будет фиксироваться перед глазами слушателей само вращение Земли.

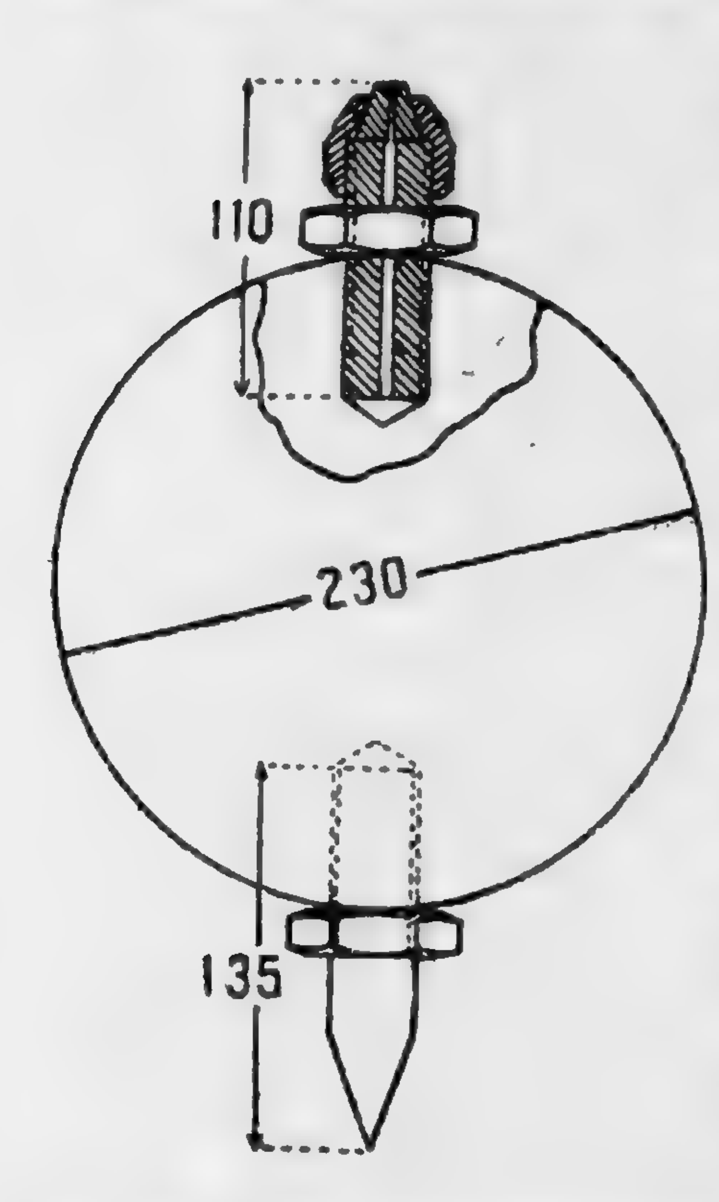


Рис. 34. Шар для маятника Фуко в Исаакиевском соборе в Ленинграде.

Опыт Фуко в Исаакиевском соборе предполагает организовать Ленинградский Облсовет Союза Воинствующих Безбожников в самое ближайшее время, для чего привлечены заводские ячейки Союза Воинствующих Безбожников.

Движение Земли вокруг Солнца. Доказать движение Земли вокруг Солнца тоже было нелегко. Затруднения и в этом случае происходили вледствие слабого состояния техники. Главным, серьезным возражением, которое приводилось против движения Земли вокруг Солнца, было то, что звезды не перемещаются на небе, вид созвездий не меняется. „Если бы—говорили противники системы Коперника,—Земля двигалась вокруг Солнца, то мы вместе с Землей перемещались бы в пространстве, поэтому неподвижные звезды нам казались бы перемещающимися на небе. Этого нет, мы не видим этих перемещений. Следовательно, Земля не двигается вокруг Солнца“.

Действительно, трудно возразить против фактов: если

мы едем по железной дороге, то телеграфные столбы, деревья далекого леса, дома, — все это кажется нам перемещающимся, а вот звезды почему-то не перемещаются, в то время как мы двигаемся с Землей вокруг Солнца?

Нужно было или согласиться с этим фактом неподвижности звезд и отсюда признать, что учение Коперника о движении Земли вокруг Солнца неправильно, или же усомниться в видимой неподвижности звезд: может быть, все-таки, звезды и перемешаются, да мы только заметить этого сейчас не можем, вследствие несовершенства наших зрительных аппаратов?

Все факты за то, что Земля двигается вокруг Солнца, только вот одно недоумение: почему звезды остаются на небе неподвижными?

Долго этот вопрос волновал умы думающих людей. Единственным объяснением в то время было — признать несовершенство наших зрительных аппаратов: мы не можем заметить этих перемещений звезд, так как звезды очень далеко находятся от Земли, а поэтому видимые перемещения их на небе, вследствие движения Земли вокруг Солнца, очень незначительны. Так оно и оказалось на самом деле.

Во время Коперника, в середине 16-го столетия, могли измерять на небе углы с точностью до четверти градуса, т.-е. ошибка в определении положения звезды на небе могла достигать угла, равного одной четверти градуса, или 15 минут.

Улучшилась техника, улучшилась и точность наблюдений. При Кеплере, в середине 17-го столетия, точность астрономических наблюдений улучшилась настолько что положение светил на небе могли определять с точностью до 5 минут. С применением же зрительной трубы для астрономических наблюдений эта точность еще больше улучшается. Однако, долго еще пришлось ждать, чтобы заметить видимые смещения звезд на небе, происходящие вследствие движения Земли вокруг Солнца.

Смещения эти, как потом узнали, меньше угла в 1 секунду. Само собой понятно, что при точности инструмента, равной 5 минутам, нельзя измерить угол в 1 секунду. На таком инструменте не может быть делений для углов даже в 1 минуту, самое меньшее

деление — это 5 минут. А тут нужно измерить угол, меньший, чем 1 секунда.

И только в середине прошлого, 19-го столетия, т. е. 300 лет спустя после появления книги Коперника, техника достигла необходимой точности наблюдений, чтобы заметить это видимое смещение звезд, происходящее вследствие движения Земли вокруг Солнца.

Это удалось впервые астроному *Бесселю* в 1837 году. Он первый наблюдал это видимое смещение звезд и этим бесспорно доказал движение Земли вокруг Солнца.

Бессель наблюдал небольшую звезду, обозначенную № 61 в созвездии Лебедя. Эта звезда 6-й величины, а очень близко от нее на небе видна звездочка 9-й величины. Измеряя положение этой звезды 6-й величины относительно рядом стоящей звезды 9-й величины, Бессель нашел, что эта звезда 6-й величины, 61-я Лебедя, перемещается на небе и что это перемещение согласуется с перемещением Земли вокруг Солнца. По истечении года Земля сделает полный оборот вокруг Солнца и приходит на прежнее место, и звезда эта сделает тоже полный оборот и приходит на прежнее место.

Так было доказано Бесселем движение Земли вокруг Солнца. Видимое смещение звезды, происходящее вследствие движения Земли вокруг Солнца, называется *годичным параллаксом* (см. гл. IV). Теперь, когда точность наших наблюдений, вследствие громадного роста техники, еще больше возросла, обнаружили годичный параллакс у многих звезд. Теперь нужно признать вполне доказанным справедливость учения Коперника. Так что всякие поповские бредни против учения Коперника можно разбить данными науки вполне и окончательно.

ГЛАВА XI.

МИР ЛУНЫ.

Движение Луны. Каждый наблюдал, как Луна движется по небу с востока на запад, как она восходит на восточной части горизонта, поднимается все выше и выше и заходит потом на западной части горизонта.

Это видимое суточное движение Луны, однако, есть только кажущееся движение и является результатом вращения Земли вокруг своей оси. На самом деле Луна вовсе не двигается вокруг Земли с востока на запад в течение суток, как это нам кажется.

Проследите внимательно, и вы заметите еще другое движение Луны по небу. А именно, — если в начале вечера Луна стояла около какой-нибудь звезды, то часов через 5—6 вы заметите, что Луна отошла от этой звезды и стоит теперь далеко влево от нее.

Таким образом, Луна перемещается по небу между звезд в один час приблизительно на величину своего диска, а за сутки на 13 градусов. Она снова вернется опять к той же звезде лишь через 27 $^1/_3$ суток.

Это движение Луны вокруг Земли происходит в направлении с запада на восток и совершается в 27 $^1/_3$ суток. *Оно и есть действительное движение* Луны вокруг Земли, — движение Луны как земного спутника. А то движение Луны, которое нам сразу бросается в глаза — с востока на запад в течение суток, есть только кажущееся движение — результат вращения Земли.

Луна — самое близкое к нам светило, поэтому при своем движении по небу она может закрывать своим диском находящиеся на ее пути планеты и звезды. Это явление называется *покрытием звезд Луной.*

Фазы Луны. Вид Луны не всегда одинаков. То видим мы ее светлым кругом, то узким серпом. Эти различные виды Луны называются *фазами Луны.*

Наблюдая их, люди давно догадались, что Луна светит не своим светом, а получает свет от Солнца. Луна, сама по себе, несветящийся темный шар. Луна светла только с той стороны, с которой светит на нее Солнце, другая же половина Луны остается темной, и мы ее не видим. Вследствие движения Луны вокруг Земли к нам обращены бывают различные части освещенной половины Луны, и поэтому мы видим Луну то серпом, то полукругом, то полным кругом. Вот от этого и кажется нам Луна в различных своих *видах* или, как их называют, *фазах.*

Рассмотрим, как получаются фазы Луны. Солнечные лучи (см. рис. 35) идут параллельно и освещают половину Земли и Луны. Чтобы начертить для любого положения Луны ее фазу, нужно предположить, что наблюдатель находится в центре Земли, провести границу освещения Луны (линию *аб* под прямым углом к лучам Солнца) и границу зрения (линию *кл* под прямым углом к лучу зрения из центра Земли), а затем посмотреть, как будет нам казаться видимая часть освещенной половины Луны, если смотреть на нее из центра Земли. На рисунке 35-м как раз и нарисованы по этому правилу рядом с Луной соответственные фазы.

При положении Луны в I (см. рис. 35) будет *новолуние*: Луна тогда совсем не видна. При положении Луны в II будет *первая четверть*; Луна имеет вид полукруга, выпуклая часть (горб) которого обращена к Солнцу, вправо от наблюдателя.

При положении Луны в III будет *полнолуние*: Луна имеет вид полного круга. При положении Луны в IV будет третья *четверть*: Луна имеет вид полукруга, а горб Луны обращен влево от наблюдателя, как это и есть на самом деле.

В точках *А*, *Б*, *В*, *Г* будут промежуточные фазы, а именно — в *А* будет молодая Луна (после новолуния), горб Луны тогда обращен вправо; в *Б* — вид Луны перед полнолунием, в точке *В* — после полнолуния; в точке *Г* — Луна находится перед новолунием (на ущербе), горб Луны тогда обращен влево.

Далее, на этом рисунке мы видим, что выпуклая часть (горб) Луны всегда обращена к Солнцу и что от новолуния до полнолуния Луна находится влево (к востоку) от Солнца, а от полнолуния вправо (к западу) от Солнца. Это и наблюдается в действительности.

Затем, на этом же рисунке видно, что в новолуние Луна одновременно с Солнцем восходит, проходит через меридиан и заходит. В первую четверть Луна удалена от Солнца к востоку (влево) на 90 градусов,

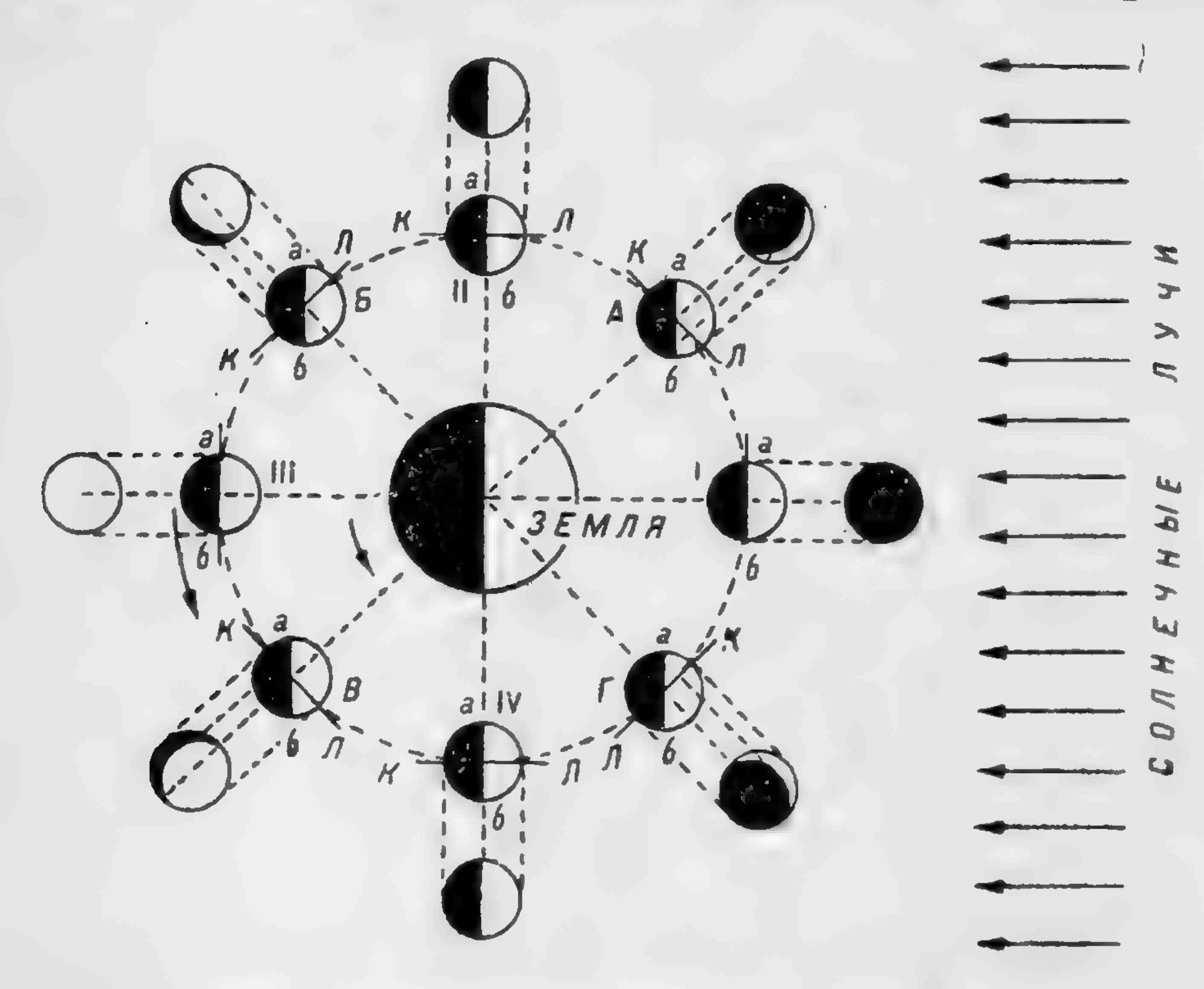


Рис. 35. Объяснение различных фаз Луны.

а поэтому она восходит, проходит через меридиан и заходит на 6 часов позже, чем Солнце. При полнолунии Луна удалена от Солнца на 180 градусов, т. е. стоит на небе как раз против Солнца. Поэтому она восходит тогда, когда Солнце заходит. В третью четверть Луна удалена от Солнца к западу (вправо) на 90 градусов, а поэтому она восходит, проходит через меридиан и заходит на 6 часов раньше, чем Солнце.

Спустя несколько дней после новолуния или за несколько дней до него наблюдается узкий серп Луны, и при этом бывает видна остальная часть лунного диска,

освещенная очень слабым светом, который называется *пепельным светом* Луны.

Пепельный свет Луны объясняется тем, что солнечные лучи, отраженные Землей, падают на темную часть Луны, освещают ее и, отражаясь от лунной поверхности, возвращаются опять на Землю.

Лунные месяцы. Промежуток времени, в который Луна сделает полный оборот вокруг Земли, т. е. придет на небе опять к той же самой звезде, называется *сидерическим (звездным) месяцем.* Он равен 27 $^1/_3$ суток. Промежуток между одноименными фазами Луны, т. е. от новолуния до следующего новолуния, или от полнолуния до полнолуния, называется *синодическим месяцем.* Он равен 29$^1/_2$ суток. Синодический месяц длиннее сидерического приблизительно на 2 суток. Это происходит вследствие того, что Земля за время, в какое Луна сделает полный оборот вокруг Земли, не остается на месте, а передвигается вокруг Солнца.

Действительно, пусть Земля будет в точке *А* (см. рис. 36), а Луна в точке *Л*, т. е. в полнолунии и кажется с Земли около звезды *К*. В промежуток времени, в какой Луна сделает полный оборот вокруг Земли (27$^1/_3$ суток), Земля передвинется из *А* в точку *Б* приблизительно на 27 градусов, так как Земля за сутки перемещается вокруг Солнца приблизительно на 1 градус. Тогда Луна будет находиться в точке *М*, т. е. будет видна на небе около той же звезды *К*. В этом положении Луны в точке *М*, однако, не будет теперь полнолуния, а оно наступит только тогда, когда Луна придет в точку *Н* (см. рис. 36). Таким образом, чтобы наступило полнолуние, Луне нужно еще передвинуться из точки *М* в точку *Н*, т. е. пройти еще 27 градусов, на что ей понадобится приблизительно 2 суток. Отсюда видим, что синодический месяц больше сидерического приблизительно на 2 суток.

Эта разница между синодическим и сидерическим месяцами есть косвенное доказательство движения Земли вокруг Солнца.

Вращение Луны. Луна вращается вокруг своей оси в ту же сторону, в какую она движется вокруг Земли, т. е. с запада на восток, против часовой стрелки. Луна делает полный оборот вокруг своей оси в тот же промежуток времени, в какой она делает полный оборот

вокруг Земли, т. е. в сидерический месяц, или $27^1/_3$ суток. Поэтому Луна обращена к Земле всегда одной и той же половиной.

Лунные затмения. При движении Луны вокруг Земли Луна может попасть в тень от Земли, так как

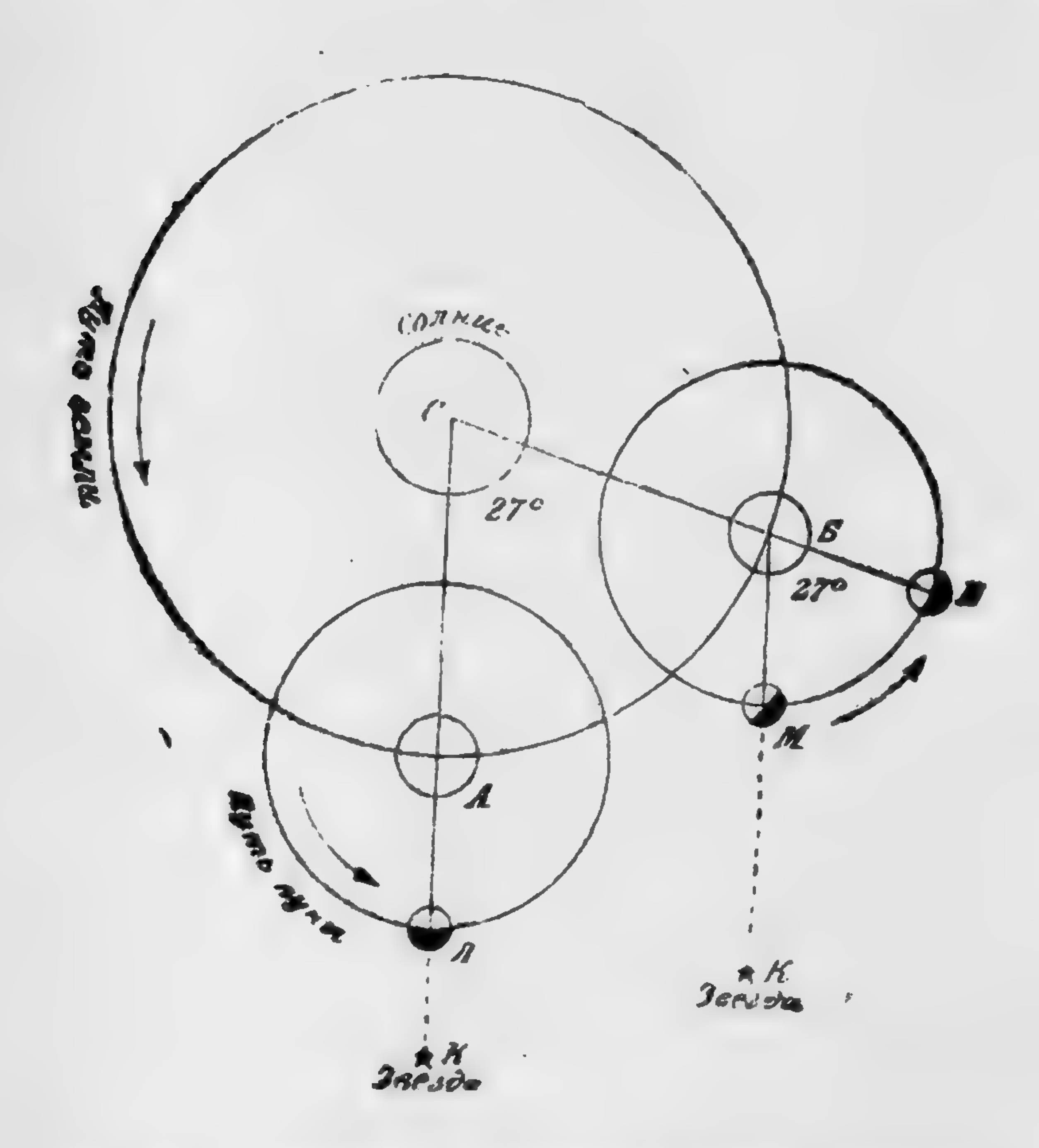


Рис. 36. Объяснение разницы в лунных месяцах.

длина тени от Земли в три слишком раза больше расстояния до Луны. От этого Луна делается затемненной, и такое небесное явление называется *лунным затмением* (см. рис 37). Если Луна вся попадает в тень от Земли, и поэтому затемняется вся, то будет *полное* лунное затмение. Если же только часть Луны попадает в тень от Земли, то будет *частное*, или *неполное*, лунное затмение.

Прохождение же Луны через полутень от Земли настолько мало затемняет Луну, что обыкновенно мало заметно и не считается затмением Луны.

Лунные затмения могут быть только тогда, когда Луна становится против Солнца — по другую сторону Земли (см. рис. 37). При этом положении, как мы знаем, Луна будет в полнолунии. Таким образом, *лунные затмения могут быть только при полнолунии.*

Из наблюдений над движением Луны между звездами мы знаем, что Луна двигается с запада на восток, от правой руки к левой, значит, и в тень от Земли она будет входить левым (восточным) своим краем. Следовательно, затмения Луны нужно ждать на левом крае Луны.

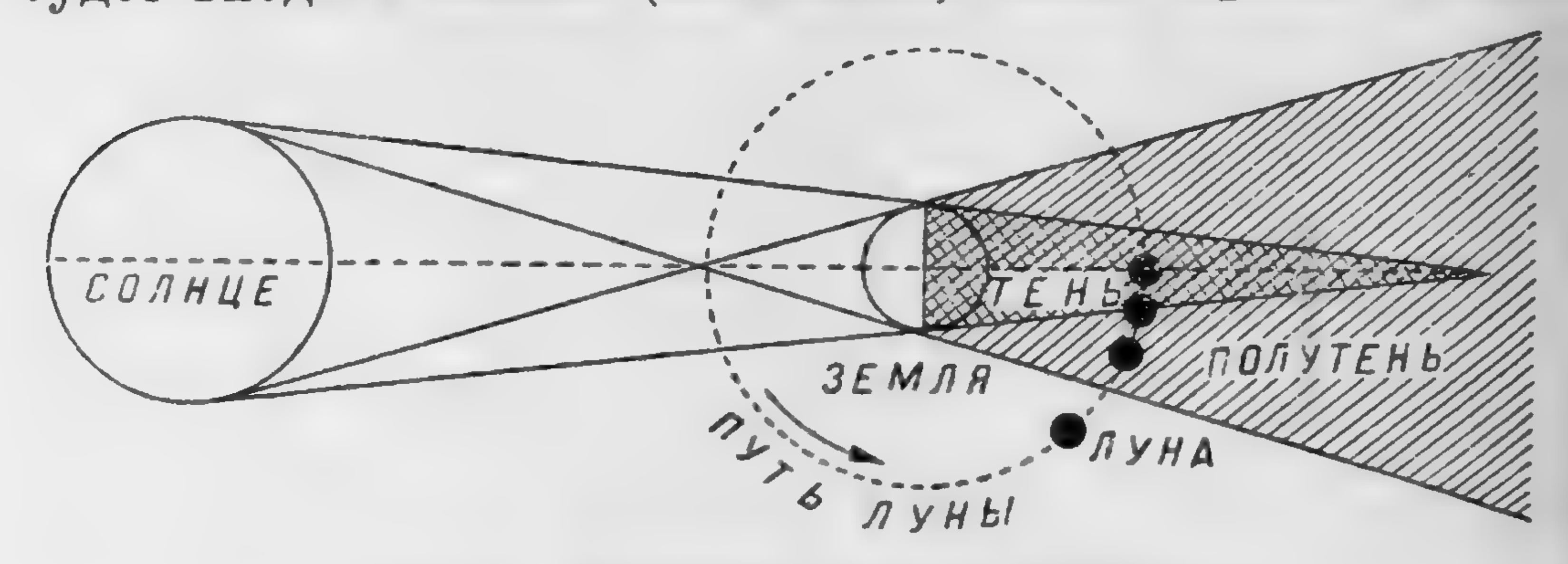


Рис. 37. Объяснение лунного затмения.

Если бы Луна двигалась вокруг Земли в той же плоскости, в какой Земля двигается вокруг Солнца (эклиптика), то лунные затмения наблюдались бы каждый месяц, при каждом полнолунии. Так как Луна при этом движении вокруг Земли может удаляться от эклиптики на 5 градусов, то лунные затмения бывают не при всяком полнолунии, а только при таких полнолуниях, когда Луна одновременно с этим находится очень близко к эклиптике.

Лунные затмения, так же как и солнечные, астрономы умеют теперь заранее вычислять, и на основании этих вычислений предсказывать: когда затмение начнется, когда кончится и с каких мест Земли оно будет видно. Лунное затмение—одно из редких и интересных небесных явлений: его нельзя пропустить и непременно надо наблюдать.

В лунную ночь полная Луна поднимается над горизонтом и освещает холодным, но сильным светом окружающие нас предметы, а короткие тени от этих пред-

метов своею резкою чернотою выделяются из всего освещенного. Но вдруг этот лунный свет начинает слабеть, точно легкое облако набежало на Луну — момент начала затмения. Светлый диск Луны начинает постепенно темнеть, на него с левого края наползает круглой формы серая заслонка. Это начала надвигаться на Луну тень от Земли: Луна уже попала в эту тень.

Эта тень от Земли все отчетливее и отчетливее выделяется на лунном диске, а тени от земных предметов все продолжают бледнеть — они уже не такие черные и резкие. Наконец, постепенно расплываясь, они совершенно исчезают. Обычный лунный свет гаснет, но остается другой, особенный свет, который удивляет каждого, кто наблюдал лунное затмение.

Луна не делается совершенно черной, как чернила, подобно Солнцу во время полного солнечного затмения. Луна не делается совершенно невидимой. Мы продолжаем видеть Луну на небе, но только не в виде светлого диска, каким она только что была перед затмением: цвет ее во время затмения какой-то красно-бурый. Это происходит оттого, что часть солнечных лучей, проходящих мимо Земли через воздух, окружающий Землю, попадает на затемненную Луну и освещает ее красноватым светом.

Лунное затмение длится все время, пока Луна проходит сквозь тень Земли, а именно—часа два.

Если бы Луна сама светила, как Солнце и звезды, то не могло бы быть лунных затмений, земная тень не затемняла бы ее света.

Во время лунных затмений на Луне видна тень от Земли. Тень эта всегда круглая, а такая тень бывает только от круглого предмета, как шар, — например, от мячика, яблока или от арбуза. Значит, лунные затмения ясно доказывают нам, что наша Земля представляет собой большой шар.

Влияние Луны на Землю. До сих пор удалось установить незначительные электрические и магнитные влияния Луны на Землю. Наблюдения наших полярных станций показали, что в течение сидерического месяца происходят небольшие колебания атмосферного электричества. Затем, при помощи горизонтальных маятников, записывающих землетрясения, удалось обнаружить также

очень незначительные изменения силы тяжести на Земле, производимые Луною.

Влияние лунного света на земную растительность совершенно неуловимо. А тепловое излучение Луны еще меньше светового,—оно не в состоянии поднять температуру какого-нибудь тела на Земле даже на $^{1}/_{1000}$ градуса. Своим притяжением Луна вызывает незначительные приливы в нашей атмосфере и тем самым влияет на высоту барометра, но эти влияния также едва заметны вследствие своей чрезвычайно малой величины.

У обывателей распространено мнение, что Луна влияет на погоду. Но подробные статистические исследования показали, что это мнение, безусловно, ошибочное. Луна совершенно не влияет на погоду. Также неправильна народная примета, что Луна вызывает холод. Конечно, Луна не вызывает на Земле ни холода, ни жары, ни дождя, ни ветра, ни бури. Однако, есть одно значительное влияние Луны на Землю, именно—образование приливов и отливов в океанах и открытых морях на Земле.

Приливы и отливы суть периодические колебания уровня морей и океанов. В среднем, прилив продолжается 6 час. 12 минут и столько же — отлив. Прилив происходит оттого, что Луна притягивает водную поверхность Земли, находящуюся ближе к Луне, сильнее, чем ядро Земли. Поэтому, водная поверхность этой части Земли оттягивается по направлению к Луне и образует прилив. Одновременно происходит прилив и на противоположной части Земли, так как Луна в этом случае сильнее притягивает ядро Земли, чем находящуюся на противоположной части Земли водную поверхность, вследствие чего вода отстает и образует вздутие. Так образуются приливы на Земле.

Приливные волны стремятся все время оставаться по направлению к Луне, а так как Земля при этом вращается, то приливная волна идет за Луной и омывает Землю в направлении, обратном вращению Земли. Солнце усиливает прилив во время новолуний и полнолуний, поэтому наибольший прилив бывает в новолуние и полнолуние, а наименьший — в первую и третью четверть.

На величину прилива влияют, кроме положения Луны и Солнца, ветер, очертание берегов и неровности дна. В открытых океанах приливы незначительны,—не дости-

гают и одного метра, а в некоторых бухтах, где очертания берегов и неровности дна задерживают приливную волну, приливы поднимаются до высоты 21 метра. В закрытых же морях, например, в Каспийском, Аральском и Черном, приливы почти не наблюдаются.

Подъемная сила прилива очень велика. Ею уже пользовались в технике для подъема огромных тяжестей. Так, в 1850 г. знаменитому Стефенсону удалось при помощи прилива поднять громадную железную трубу весом в 900 тонн и длиною в 460 метров и положить ее на балки моста, соединяющего остров Энглези с берегом Уэльса в Англии. Через эту трубу теперь безопасно ходят самые тяжелые железнодорожные поезда. Приливами пользуются теперь во Франции для вращения громаднейших турбин и получения электрической энергии в несколько сот тысяч лошадиных сил.

Устройство поверхности Луны. Луна — самое интересное, самое занимательное для наблюдений любителя-астронома небесное светило. Мы видим на ее поверхности массу подробностей.

Луна — ближайшее к нам светило. Луна — спутник Земли. Расстояние ее от Земли равняется 60 земным радиусам, или 384 000 километрам (см. гл. IV). Радиус Луны составляет всего $^3/_{11}$ земного радиуса, т. е. 1 700 километров. Вся ее поверхность равна поверхности Сев. и Южн. Америки, объем составляет всего $^1/_{50}$ объема Земли. Плотность Луны составляет почти $^1/_2$ плотности Земли, т. е. в 3 раза больше плотности воды.

Если посмотреть на Луну простым глазом, то мы увидим на Луне темные и светлые пятна. Больше подробностей простой глаз различает в то время, когда Луна стоит невысоко над горизонтом. Но стоит только взять хотя бы простой бинокль или подзорную трубу, как мы отчетливо увидим и горы на Луне. В зрительную трубу видно также, что большие темные пятна, которые легко различить даже простым глазом, суть огромные глубокие впадины. Дно этих впадин неровно и пересекается волнообразными возвышенностями.

Про эти темные пятна думали раньше, что это—моря. Их называют до сего времени морями (см. рис. 38). По величине они не меньше наших земный морей: но только в них нет воды. Вообще на Луне нет воды. Если бы

на Луне существовало небольшое количество воды, хотя бы в виде слоя инея, толщиною в 1 миллиметр, то этот иней был бы виден, вследствие своей белизны. Мы бы всегда видели его у полюсов Луны и у границы света

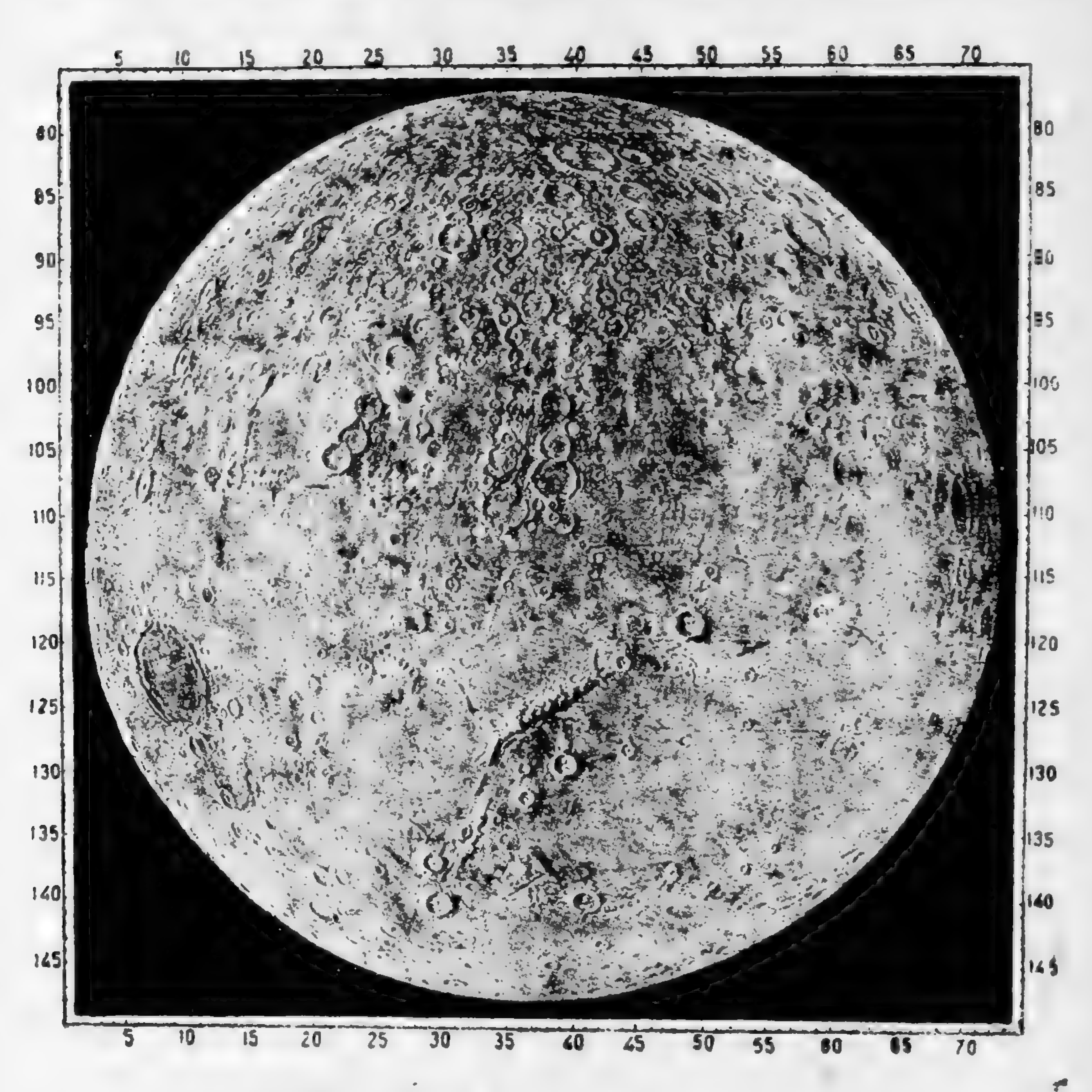


Рис. 38. Общий вид лунной поверхности.

и тени, так как всякая разница в цвете на Луне видна необыкновенно отчетливо. Итак, на Луне нет ни воды, ни льда, ни инея.

Светлые места на Луне суть возвышенности и горы. Горы сильно блестят своей освещенной частью, и вершины их видны иногда даже на темной части Луны, —

так высоки эти горы. По длине тени, которую отбрасывают горы на Луне, умеют теперь определять их высоту.

Высочайшая гора на Луне, гора Лейбница, имеет такую же высоту, как высочайшая гора на Земле—Гауризанкар, т. е. около 9 километров. Но так как радиус Луны значительно меньше земного, то гора Лейбница составляет $^1/_{200}$ лунного радиуса, а Гауризанкар — всего $^1/_{700}$ земного радиуса.

Вообще горы на Луне, по сравнению с радиусом Луны, значительно выше земных. Эта разница объясняется тем, что тяжесть на Луне в 6 раз меньше, чем на Земле. Вследствие этого горообразовательные силы могли поднять там массы на значительно большую высоту, чем на Земле.

Тени от гор и возвышенностей на Луне еще раз нам говорят, что Луна не имеет своего собственного света, а светится только потому, что ее освещает Солнце так же, как оно освещает и нашу Землю.

Человек при изучении окружающего мира обычно исходит от известного. Пример этому мы видим на Луне: горные цепи на Луне носят названия подобно земным— Карпаты, Апеннины, Кавказ и Альпы. Большие горные цепи на Луне встречаются очень редко, они расположены, главным образом, вокруг моря Дождей (см. рис. 38). В большинстве же случаев горы на Луне стоят в одиночку.

Больше всего на Луне круглых гор, так называемых *кратеров*. Кратеры представляются в виде круглых котловин, окруженных высоким валом, крутым внутри и пологим снаружи. Дно кратера обыкновенно ниже близлежащих равнин, а в центре его поднимается несколько возвышенностей, более низких, чем вал (см. рис. 39).

Размеры кратеров весьма различны. Бывают кратеры диаметром до 200 километров, но есть и кратеры с диаметром в 1 километр. По внешнему виду кратеры имеют сходство с потухшими земными вулканами, и это сходство тем больше, чем меньше размеры кратера. Из всех видов поверхности—кратеры на Луне встречаются чаще всего. На половине Луны, которая обращена к нам, насчитывают теперь около 33 000 кратеров. Кратерам даны названия, большей частью, по именам ученых.

Самые яркие кратеры суть: *Тихо, Коперник, Кеплер, Архимед, Платон* и др. (см. рис. 38).

Горные цепи, горы и небольшие кратеры Луны, наверное, вулканического происхождения. Образование же огромных кратеров объясняется так. Вначале Луна была жидкая, в расплавленном состоянии, потом она охладилась и покрылась тонкой твердой корой. Приливы на лунной поверхности, которые вызывались притяжением Земли, влияли на внутренние жидкие массы Луны. Эти внутренние жидкие массы Луны прорывали тонкую кору, и сквозь отверстие, обыкновенно круглой формы, выливались на поверхность. Затем, эта масса охлаждалась, сжималась и после конца прилива опускалась ниже уровня коры, оставляя вокруг отверстия кольцевой вал.

Это выдавливание жидкой массы могло повторяться несколько раз: поэтому вал кратера может состоять из ряда пластов, что видно у больших кратеров (см. рис. 39).

На лунной поверхности, кроме того, видны так называемые *борозды*. Эти борозды, по всему вероятию, суть трещины и произошли от весьма сильного колебания температур, которому подвергается поверхность Луны.

Далее бросаются в глаза широкие *светлые полосы*, которые идут лучеобразно вокруг некоторых больших кратеров, как, например, у кратеров Тихо, Коперника (см. рис. 38). Эти полосы ни в коем случае не представляют собой возвышенностей, так как они никогда не отбрасывают теней. Правильное расположение этих светлых полос — лучеобразно по большим кругам, и их происхождение еще не объяснено окончательно. Предполагают, что они суть отложения вулканического пепла и лавы, вытекшей из трещин около кратера.

Жизнь на Луне. Промежуток времени, в который Луна в своем вращении примет то же положение относительно Солнца, равен 29½ суток. Следовательно, день на Луне продолжается 14 с лишком суток и столько же продолжается ночь. За такой длинный день поверхность Луны сильно нагреется, а потом за длинную ночь, в 14 суток, она сильно охладится; последнему способствует еще отсутствие атмосферы на Луне. Таким обра-

зом, колебания дневной и ночной температуры на Луне достигают 300 градусов.

Что на Луне нет атмосферы, в этом убеждают нас

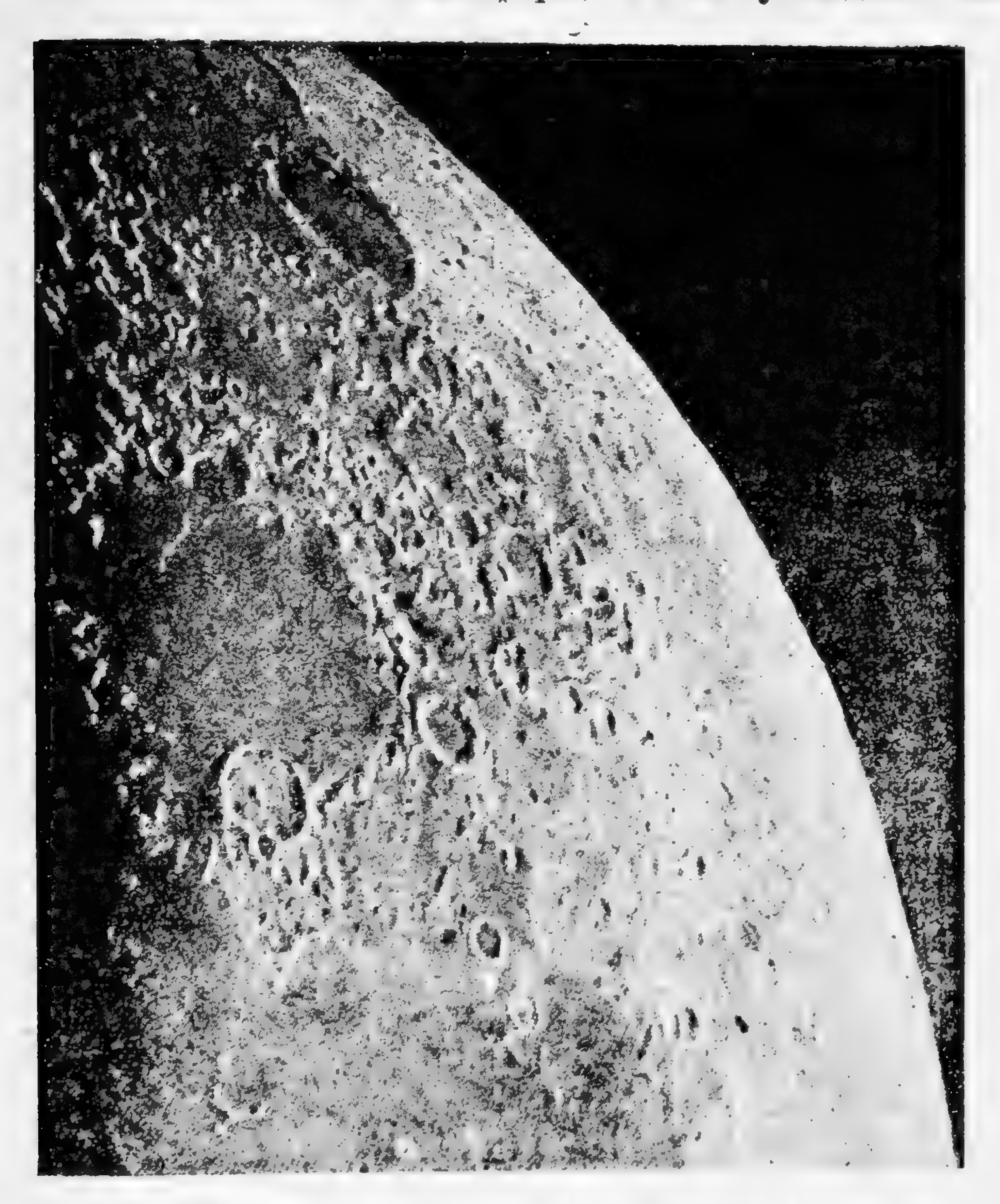


Рис. 39. Детали на поверхности Луны, видимые в телескоп.

следующие наблюдения. Края диска Луны одинаково светлы с серединой Луны. Фазы Луны не имели бы такой резкой границы, если бы была атмосфера на Луне. Покрытия звезд Луной доказывают, что на Луне нет

атмосферы. Если бы была атмосфера на Луне, то мы бы заметили ее во время солнечных затмений, когда Луна становится между Землей и Солнцем.

Наконец, спектр Луны такой же, как спектр Солнца. Это показывает, что солнечные лучи, отражаясь от поверхности Луны, не теряют никаких составных частей, чего бы не было при существовании атмосферы на Луне, так как атмосфера поглощает световые лучи.

Вода также отсутствует на Луне. Если бы была вода на Луне, то она от нагревания Солнцем испарилась бы и дала бы облака, которые образовали бы атмосферу Луны.

Жизнь на самых высоких горах на Земле, при сильно разреженной атмосфере, содержащей, к тому же, очень мало влаги, при сильном ночном холоде и очень низкой средней температуре может дать нам лишь отдаленное представление об условиях жизни на Луне, совершенно лишенной воздуха и воды. Нельзя вообразить себе среду, менее благоприятную для жизни, чем Луна.

На Земле, на высоких горах, отсутствуют не только сложно организованные существа, но даже и простейшие, поэтому невозможно себе представить их существование на Луне — при отсутствии воды и воздуха. Ни одно земное животное или растение не могло бы жить на Луне. Организмы, которые мы могли бы назвать животными или растениями, не могут на Луне существовать.

Итак, на Луне нет органической жизни, как мы ее понимаем на Земле.

ГЛАВА XII.

СОЛНЦЕ — КРАСНОЕ.

Смена времен года. Смена времен года на Земле: весны, лета, осени и зимы—происходит от того, что Земля движется вокруг Солнца и что при этом движении ось Земли все время имеет одно и то же наклонное направление. Земля движется вокруг Солнца в том же направлении, как и вращается вокруг своей оси, т. е. с запада на восток (см. рис. 40).

22 июня к Солнцу обращено больше северное полушарие Земли, а большая часть южного полушария будет в тени. Лучи от Солнца сильнее тогда нагревают северное полушарие, а на южное полушарие падают косо и мало его нагревают. В это время у нас в северном полушарии будет лето, а в южном зима. Это положение Земли называется *летним солнцестоянием,* или *началом лета.*

В положении Земли 24 сентября оба полушария Земли освещены одинаково, и везде на Земле день равен ночи. Это положение Земли называется *осенним равноденствием,* или *началом осени.*

В положении Земли 23 декабря большая часть южного полушария Земли освещена, и южное полушарие обращено как раз к Солнцу, а северное — от Солнца. На северное полушарие Земли тогда солнечные лучи падают косо и плохо его нагревают. В это время у нас самый короткий день в году и самая длинная ночь. Это положение Земли называется *зимним солнцестоянием,* или *началом зимы.* В положении Земли 21 марта опять оба полушария Земли одинаково освещены Солнцем, и всюду на Земле день равен ночи. Это положение Земли называется *весенним равноденствием,* или *началом весны.*

Таким образом, весна продолжается у нас в северном полушарии Земли с 21 марта по 21 июня, лето — с 22 июня по 23 сентября, осень — с 24 сентября по 22 декабря и зима—с 23 декабря по 20 марта. Для южного полушария Земли времена года будут итти наоборот: когда

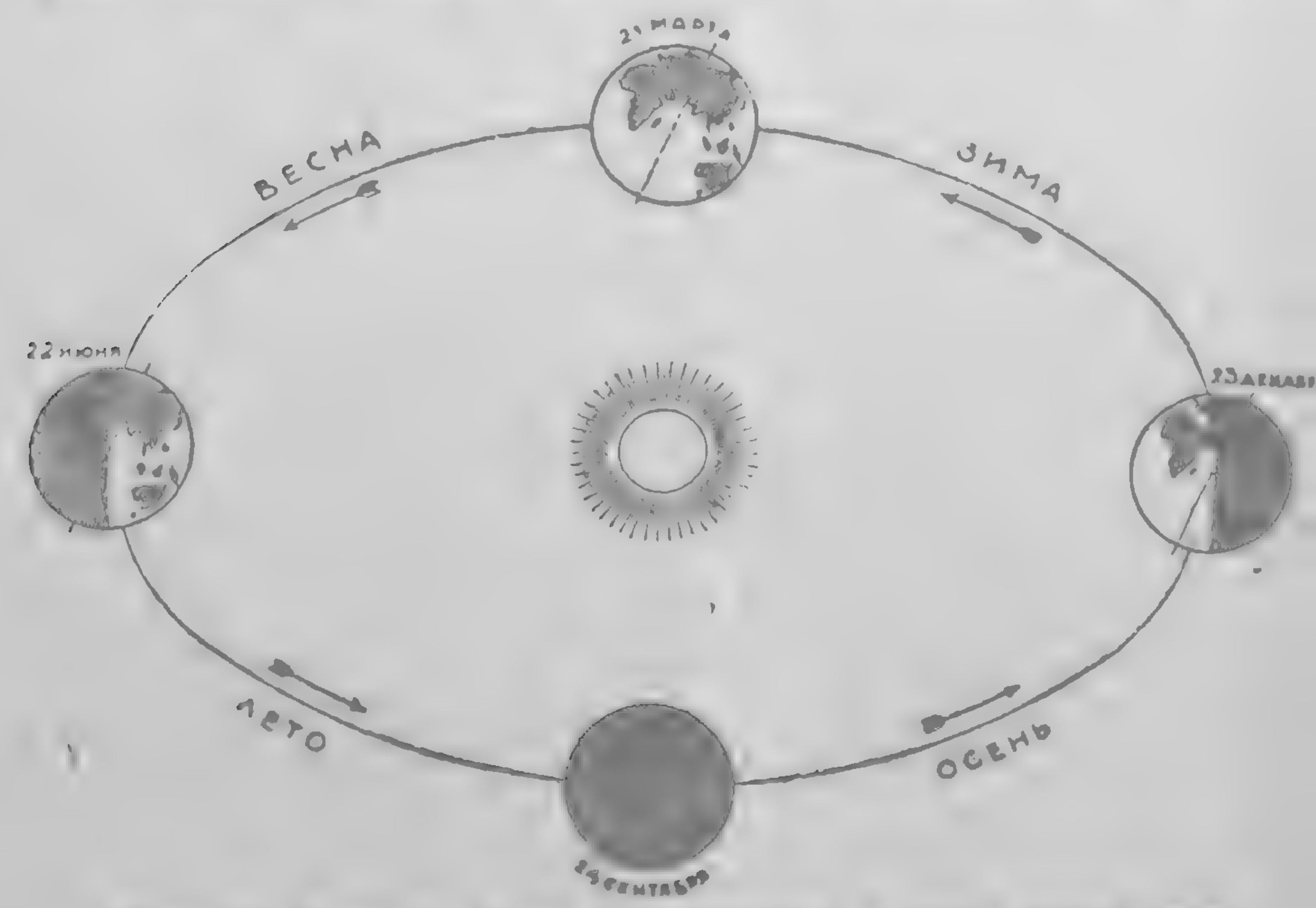


Рис. 40. Движение Земли вокруг Солнца и смена времен года.

у нас весна, там — осень, когда у нас лето, там — зима, когда у нас осень, там — весна, а когда у нас зима, там — лето.

Вследствие того, что Земля движется вокруг Солнц с запада на восток, нам кажется, что Солнце переме щается на небе между звезд тоже с запада на вост и возвращается к тем же звездам через год. Это видим годовое перемещение Солнца на небе легко можно обн ружить, если наблюдать созвездия на западной час горизонта сразу после захода Солнца. Делая эти набл дения из месяца в месяц, мы заметим, что созвезд находящиеся на той части неба, где зашло Солнце, б дут каждый раз другие.

Таким образом, Солнце кажется перемещающимся небе между следующими созвездиями: 21 марта

находится в созвездии Рыб, а через месяц — в созвездии Овен, потом—в созвездии Тельца,—Близнецов,—Рака,—Льва,—Девы,—Весов,—Скорпиона,—Стрельца,—Козерога и, наконец,—в созвездии Водолея. После этого Солнце опять вступает в созвездие Рыб и перемещается дальше между теми же созвездиями (см. приложенную в конце книги звездную карту).

Солнечное затмение. Вокруг Земли двигается наш спутник Луна. При этом движении Луны вокруг Земли Луна становится между Землей и Солнцем, и в это время тень от Луны может иногда попадать на Землю. Прохождение лунной тени по Земле есть явление, называемое *солнечным затмением.*

Солнечные затмения наводили ужас на темных суеверных людей в прежние времена, а при поповском старании даже теперь еще пугают старух светопреставлением (см. рассказ Короленко „На затмении").

Если мы проведем (см. рис. 41) внешние касательные линии к Солнцу и к Луне, то получим конус тени, который пересекается с Землей в точках *а* и *б*. Внутренние касательные, проведенные к Солнцу и Луне, образуют конус полутени, который пересекается с Землей в точках *в* и *г*.

В местах на земной поверхности, в которых пересекается конус тени с Землей, т. е. между точками *а* и *б*, весь диск Солнца будет казаться закрытым Луной, поэтому здесь будет наблюдаться *полное солнечное затмение.* Касательная к лунному диску, которая проведена из точки *д*, лежащей между точками *а* и *в* или между точками *б* и *г*, пересечет солнечный диск (см. рис. 41). Поэтому в этой точке *д* будет только часть Солнца закрыта Луной, и, следовательно, здесь будет наблюдаться *частное солнечное затмение.*

Касательная, которая проведена к лунному диску из какой-нибудь точки *е*, лежащей вне конуса полутени, совершенно не будет пересекать солнечного диска. В этих точках на Земле совершенно не будет затемняться Солнце и не будет наблюдаться солнечное затмение.

Таким образом, в точках между *а* и *б* на земной поверхности будет наблюдаться полное солнечное затмение, между *а* и *в* и между *б* и *г* будет наблюдаться

частное солнечное затмение, а за точками в и г не бу-
дет видно никакого затмения.

Во время солнечного затмения Луна занимает поло-
жение между Солнцем и Землей (см. рис. 41), поэтому
солнечные затмения могут быть только при новолунии.
Но так как Луна двигается вокруг Земли не в той пло-
скости, в какой движется Земля вокруг Солнца, то тень
от Луны во время новолуния может и не попасть на
Землю. Поэтому солнечное затмение бывает не при вся-
ком новолунии, а только при таком, когда Луна в то же
самое время находится недалеко от плоскости, в какой



Рис. 41. Объяснение солнечного затмения: *а*, *б* — пересечение конуса тени, *в*, *г* — пересечение конуса полутени.

движется Земля вокруг Солнца. Только в этом случае
тень от Луны может упасть на Землю.

Луна двигается вокруг Земли с запада на восток,
поэтому во время солнечного затмения Луна начинает
надвигаться на солнечный диск с правого края Солнца
(см. рис. 41). Таким образом, солнечное затмение начи-
нается всегда на правом (западном) крае Солнца.

На рисунке 41-м мы видим точки пересечения конуса
тени и полутени с земной поверхностью. Так как Земля
вращается вокруг своей оси, а Луна движется вокруг
Земли, то тень от Луны движется по земной поверхности,
образуя полосу шириною, примерно, в 200 километров,
которая называется *полосой полного солнечного затмения*.
В тех местах на Земле, где проходит эта полоса, будет
наблюдаться полное солнечное затмение. Таким же обра-
зом, полутень от Луны чертит по земной поверхности
границу затмения, внутри которой затмение наблюдается

как частное, а вне этой границы Солнце совершенно не затемняется.

Астрономы умеют заранее вычислять сроки затмений и поэтому могут предсказать, где на Земле будет видно затмение, даже во сколько часов и минут начнется затмение и когда оно кончится.

Узнать об этом можно в обсерватории, или в рабочем календаре, или из газет, которые публикуют сведения о предстоящем солнечном затмении.

Чтобы наблюдать затмение, следует обязательно запастись закопченным стеклом. Для этого нужно подержать кусочек стекла над горящей свечой, и стекло покроется слоем сажи. Без такого закопченного стекла смотреть на Солнце нельзя, иначе можно испортить зрение.

Если есть зрительная труба, то хорошо запастись и ею для наблюдения солнечного затмения. Но к трубе надо обязательно привинтить или прикрепить темное стекло, чтобы предохранить глаза. Затмения надо ждать всегда на правом (западном) крае Солнца, здесь начнет диск Луны надвигаться на диск Солнца.

Пока остается незакрытой хотя небольшая часть диска, ничего особенного во внешней обстановке не замечается. Становится лишь немного темнее, как в пасмурный серый день, вы все еще чувствуете присутствие животворящего Солнца.

Но вот пропадает последний луч Солнца, наступает момент полного солнечного затмения. Оно длится в среднем 3 — 4 минуты, а самое большее 8 минут. Все сразу изменяется кругом как на Земле, так и на небе. Зеленые деревья и луга кажутся серого цвета, человеческая кожа принимает мертвенно-трупный оттенок, по Земле бегут волнистые тени.

Среди белого дня внезапно наступает ночь, делается холоднее, появляется холодный ветерок, на растениях выступает роса, а на свинцово-сером небе вокруг черного диска Луны сияет серебристый венец, — *солнечная корона* (см. рис. 42).

Небо принимает особенную темно-голубую окраску, на горизонте появляется полоса оранжевого цвета, кругом на небе горят в полном своем блеске наиболее яркие звезды и планеты. В зрительную трубу можно тогда ви-

деть поднимающиеся с поверхности Солнца красные солнечные выступы, так называемые *протуберанцы* (см. рис. 45).

Животные и птицы, обманутые наступившей темнотой, замолкают и спешат укрыться в свои жилища на ночной покой. Многие растения свертывают свои листья и цветы.

Наконец, через несколько минут опять появляются солнечные лучи, снова наступает день, и вся природа, которая только что казалась совсем омертвевшей, опять оживает во всей своей красоте.

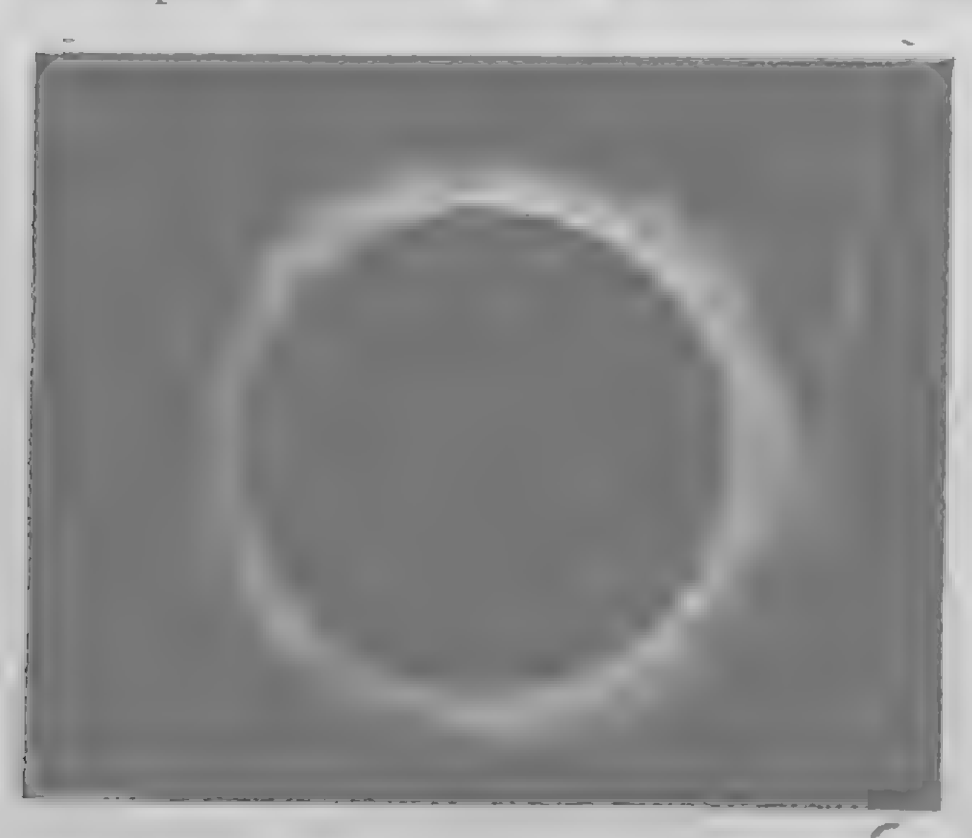


Рис. 42. Солнечная корона во время полного солнечного затмения.

Солнце как небесное светило. *Солнце есть та же звезда.* Мы видим Солнце в виде большого круга только потому, что оно значительно ближе к нам, чем какая либо другая звезда.

Если бы Солнце было от нас на таком же расстоянии, как Капелла (звезда α Возничего), то, вместо такого большого круга, Солнце казалось бы нам звездочкой 6-й величины, т. е. было бы едва заметно, тогда как Капелла сияет на небе звездой первой величины.

Расстояние от Земли до Солнца равняется 150 миллионам километров. Это расстояние громадно. Пешеходу, идущему по 40 километров в сутки, понадобилось бы, чтобы дойти до Солнца, — 103 века! Курьерский поезд, делающий по 100 километров в час, достиг бы Солнца только на 171-м году. Чтобы пустить ракету с Земли в мировое пространство, нужно сообщить ей скорость не меньше 11 километров в секунду. Только при такой громадной скорости можно преодолеть силу тяжести на Земле и отделиться от Земли. Чтобы долететь до Солнца, такой ракете нужно лететь 158 суток, т. е. 5 месяцев!

Наконец, свету при его скорости в 300 000 километров в секунду нужно $8\frac{1}{3}$ минут, чтобы дойти от Солнца к Земли.

Размеры Солнца также очень велики. Объем Солнца в 1 300 000 раз больше объема Земли (см. рис. 43).

Представим себе величину Солнца. *В литре помещается* средним числом 10 тысяч зерен ржи или пшеницы, поэтому в нашем ведре, которое равно 12,3 литра, будет 123 тысячи зерен. Следовательно, если мы высыпем в одну кучу 11 ведер зерна и возьмем одно из этих зерен, то эта куча будет как бы Солнце, а одно зернышко из этой кучи будет Земля. Отсюда ясно видно, как велико Солнце по сравнению с Землей. Но громадное Солнце— карлик по сравнению с некоторыми звездами, кажущимися нам лишь блестящими точками на небе.



Рис. 43. Сравнительная величина Солнца и Земли. На рисунке Солнца видны пятна,—некоторые из них больше Земли.

Действительно, кроме Капеллы (α Возничего), значительно больше Солнца будет Арктур (α Волопаса), затем Бетельгейзе (α Ориона) и, наконец, Антарес (α Скорпиона). Звезда Бетельгейзе, например, занимает почти такое же пространство, как от Солнца до Земли, а звезда Антарес — еще большее (см. рис. 78).

Итак, Капелла, Арктур, Бетельгейзе и Антарес суть звезды-гиганты, перед которыми наше Солнце, дающее нам весь свет и тепло, — только небольшая звездочка-карлик огромного звездного скопления, называемого Млечным Путем.

Все звезды имеют собственное движение в пространстве, и ближайшая к нам звезда — Солнце тоже не стоит совершенно неподвижно во вселенной. Солнце движется

в пространстве со скоростью 20 километров в секунду увлекая за собой Землю с Луною и все планеты с их спутниками по направлению к созвездию Лиры и удаляясь от созвездия Ориона.

Мы, жители Земли, все время участвуем в этом круговороте движений. Мы вращаемся вокруг земной оси двигаемся вокруг Солнца и вместе с Солнцем летим в бесконечном пространстве к созвездию Лиры с такой громадной скоростью, которую наша земная техника еще не в состоянии получить. Но эта громадная скорость в 20 километров в секунду ничтожно мала по сравнению с расстоянием до звезд. Невольно является вопрос: когда же мы долетим до Веги (α Лиры)? При такой громадной скорости, как 20 километров в секунду, пожалуй, очень скоро? Нет, не так-то скоро. До ближайшей к нам звезды мы долетим лишь через 71 тысячу лет, а до Веги—только по истечении полумиллиона лет!

Фотосфера Солнца. Когда Солнце сияет высоко над горизонтом, на Солнце нельзя смотреть, не защитив глаз темным стеклом, так как можно ослепнуть или сильно испортить зрение.

Поверхность Солнца, сияющая ослепительным белым светом, называется *фотосферой*. Если наблюдать ее в хорошую зрительную трубу, закрывши глаз темным стеклом, чтобы его не опалить, то увидим, что фотосфера Солнца неровная: на ней ходят огромные волны огненного моря. В зрительную трубу эти волны кажутся нам белыми точечками, как показано на рисунке 44. Величина же их громадна — 4 000 километров. Они называются *гранулами*.

Среди этих блестящих волн-гранул на поверхности Солнца видны черные точки, это — *поры*.

Из них образуются и громадные черные *пятна*, иногда во много раз большие, чем Земля (см. рис. 44). Иногда можно различить в солнечном пятне черное ядро, — *тень*, а вокруг него сероватого цвета *полутень*. Кроме того, около полутени, а иногда и на самой полутени наблюдаются и особые образования, похожие на белые хлопья извилистой удлиненной формы, состоящие из большого скопления гранул, — они называются *факелами*.

Вокруг пятна совершаются непрерывные изменения. Каждое пятно через некоторое время заплывает и исчезает. На смену ему появляются новые пятна.

Если внимательно рассматривать пятна в зрительную трубу, в особенности, когда пятно находится около края солнечного диска, то легко заметить, что пятна суть углубления в фотосфере.

Объем Солнца в 1 300 000 раз больше объема Земли, а масса — в 329 000 раз больше массы Земли. Следовательно, средняя плотность Солнца составляет $\frac{1}{4}$ средней плотности Земли, т. е. немного больше плотности воды.

Итак, Солнце — частью жидкое, частью газообразное тело.

Солнце вращается вокруг своей оси тоже с запада на восток, но только экваториальные его части двигаются быстрее, чем части около полюсов. Таким образом, Солнце вращается не как одно целое, а поясами: экваториальный пояс — быстрее всего, он делает полный оборот в 25 суток, а пояса, лежащие ближе к полюсам Солнца, вращаются медленнее — в 26, 27 и 28 суток. Это еще раз подтверждает, что Солнце не есть твердое тело.

Различная скорость движения частиц фотосферы Солнца образует в жидкой поверхности Солнца воронкообразные углубления, вихри, подобно водоворотам в быстротекущей реке. Эти гигантские вихри, „водовороты в фотосфере“, и есть солнечные пятна.

Пятна наблюдаются, главным образом, вблизи экватора Солнца и появляются большею частью группами. Число пятен на солнечном диске не всегда одинаково. Число их периодически меняется. Так, например, в 1905 г. наблюдалось наибольшее количество пятен (максимум), а наименьшее количество их (минимум) было в 1911 г. Затем, снова был максимум пятен в 1917 г., минимум — в 1922 г. и последний максимум был в 1928 г.

Путем многолетних наблюдений установили, что число пятен изменяется периодически через каждые 11 лет. Этот период солнечных пятен называется *периодом Вольфа* по фамилии астронома, точно определившего величину этого периода.

Какая причина такой периодичности солнечных пятен, — мы еще не знаем. Установлена связь солнечных пятен с электрическими и магнитными явлениями на Земле. В годы максимумов солнечных пятен наблюдается большое количество полярных сияний и сильное колебание магнитной стрелки. Влияет ли количество солнеч-

ных пятен на состояние земной погоды, на засуху или на количество дождливых дней, — еще не выяснено.

Американскому астроному Хэлю удалось при помощи фотографирования солнечных пятен установить, что вокруг пятен движутся сильно наэлектризованные вихри газа с громадной скоростью — около 100 километров в секунду. Эти движения производят магнитные явления на Солнце. Таким образом, солнечные пятна есть гигантские вихри сильно наэлектризованных и нагретых газов, движущихся с огромной скоростью.

Хромосфера Солнца. Края солнечного диска менее ярки, чем его середина. Это указывает на существование газообразной атмосферы Солнца. Во время солнечных затмений отчетливо виден над фотосферой Солнца тонкий газовый слой розового цвета. Толщина этого слоя, в среднем, 10 000 километров. Эта газовая оболочка Солнца и есть атмосфера Солнца, так называемая *хромосфера* (см. рис. 45).

Часто, особенно в то время, когда на поверхности Солнца много пятен, сквозь слой хромосферы прорываются потоки розового пламени, бьющие подобно фонтанам. Они называются *протуберанцами* или *выступами* (см. рис. 45).

Протуберанцы поднимаются на громадную высоту, иногда далеко за хромосферу Солнца и движутся со скоростью до 400 километров в секунду.

Раньше астрономы наблюдали хромосферу и протуберанцы только во время солнечных затмений, но теперь их можно наблюдать ежедневно. Для этого употребляют специальный инструмент — *спектроскоп.*

При помощи небесной фотографии и спектроскопа удается теперь получать фотографические снимки протуберанцев, солнечных пятен, факелов, хромосферы и производить непрерывные наблюдения Солнца.

В Америке, на горе Вильсон (Калифорния), имеется специально предназначенная для таких наблюдений Солнца „солнечная обсерватория“. Она оборудована точнейшими научными инструментами и громадными „телескопами-башнями“ (см. рис. 10 и 11).

Во время солнечных затмений еще наблюдают, хотя и с трудом, очень тонкий и более темный газообразный



Рис. 14. Поверхность Солнца по фотографии. Видны: пятна, гранулы, поры.

слой, отделяющий фотосферу от хромосферы. Он называется *поглощающим слоем.*

Верхние слои солнечной атмосферы простираются очень далеко от Солнца и имеют очень тонкое и нежное строение, поэтому они могут быть видны только в момент полного солнечного затмения. Это — так называемая *солнечная корона* (см. рис. 42). Лучи солнечной короны достигают иногда величины большей, чем диаметр Солнца. Вид короны меняется сообразно с деятельностью Солнца, т. е. в зависимости от количества солнечных пятен и протуберанцев. В годы максимума солнечных пятен, когда усиливается эта деятельность Солнца, корона имеет бурный, неспокойный характер, — она более растрепана. В годы же минимумов солнечных пятен корона меньше, и лучи ее идут спокойно.

Поглощающий слой и солнечная корона видны только во время полных солнечных затмений, так как в обыкновенных условиях их свет меркнет перед гораздо более ярким светом фотосферы и хромосферы.

Химический состав Солнца. О химическом составе Солнца, так же, как и других небесных тел, мы судим по их спектру.

Спектр Солнца есть спектр с темными (фраунгоферовыми) линиями или, иначе говоря, есть *спектр поглощения.*

Фотосфера Солнца дает непрерывный спектр, поглощение же происходит вследствие прохождения световых лучей через фотосферу и поглощающий слой Солнца. По совпадению темных линий солнечного спектра с линиями паров различных химических элементов и газов доказывается присутствие их на Солнце.

Изучение спектров показало, что фотосфера не исключительно газообразна: в ней плавают твердые и жидкие, раскаленные добела, частицы, излучение которых сильнее излучения газов и паров.

В фотосфере находятся железо, кальций, магний, натрий и другие металлы, а из газов, главным образом, водород, который является самым распространенным элементом во вселенной.

В фотосфере не обнаружено присутствия большинства металлоидов: серы, хлора, иода, брома и др., драгоценных металлов и кислорода.



Рис. 45. Протуберанец, достигший высоты 200 000 километров и хромосфера Солнца (по фотографии).

В поглощающем слое находятся в парообразном состоянии металлы: железо, кальций, магний, натрий, а также некоторые газы.

Хромосфера состоит, главным образом, из раскаленного водорода и из небольшого количества гелия. Кроме того, в хромосфере обнаружено присутствие углерода, паров металлов, главным образом, натрия, магния и кальция.

Корона состоит из мельчайших твердых частиц и газов, гелия и корония, находящихся в сильно разреженном состоянии.

Присутствие паров железа и других металлов в атмосфере Солнца показывает, что Солнце сильно нагрето. Действительно, железо плавится только при громадной жаре в 1 500° в больших заводских печах и обращается в белую горящую жидкую массу, перед которой стоять невыносимо. До какой же температуры нужно нагреть железо, чтобы обратить его в пар? Отсюда понятно, какова должна быть температура Солнца, если в атмосфере ее плавают пары железа, подобно тому, как в земной атмосфере плавают облака, состоящие из паров воды. Температура Солнца равна 6 000 градусов!

Таким образом, масса Солнца состоит из смеси раскаленных газов различных веществ. Высокая температура и огромное давление не позволяют газам переходить в жидкости и образовывать химические соединения. Вероятно, ядро Солнца содержит все химические элементы в состоянии разъединения, в виде паров и газов. На поверхности же Солнца, где температура понижена, вследствие соприкосновения с холодным пространством, газы могут переходить в капельно-жидкое состояние и образовывать соединение. Так образуются гранулы фотосферы.

На Солнце происходят непрерывные восходящие и нисходящие потоки газов, приводящие в движение всю массу Солнца. Существование таких потоков возможно только до тех пор, пока ядро Солнца газообразно и настолько сжато, что держит все химические элементы в состоянии разъединения.

Солнечная энергия. Каждый квадратный метр земной поверхности, находящийся под отвесными лучами Солнца, получает в секунду половину большой калории тепла,

т. е. такое количество тепла, какое нужно, чтобы нагреть полкилограмма воды на один градус Цельсия. Отсюда ясно, какое громадное количество тепла излучает Солнце ежесекундно.

Несмотря на такую огромную потерю тепла, Солнце продолжает миллионы лет посылать свет и тепло на Землю. Невольно является вопрос, какая же причина этого лучеиспускания? Долго ли еще будет Солнце нас освещать и согревать?

Если бы Солнце целиком состояло из угля и кислорода и этот уголь горел, то горение поддержало бы теплоту Солнца всего лишь 20 000 лет.

Горение не может быть причиной солнечного лучеиспускания, так как в этом случае Солнце давно бы сгорело и теперь погасло бы.

Оказывается, что солнечная теплота есть результат действия силы тяготения и радиоактивного распада вещества.

Всякий знает, что от удара или сжатия развивается тепло. Под влиянием взаимного тяготения своих частиц, Солнце должно постоянно сжиматься, а постоянно сжимаясь, Солнце постоянно производит тепло. Кроме того, восходящие и нисходящие потоки газов и паров на Солнце, сталкиваясь своими частицами, тоже производят тепло.

Для покрытия огромной потери солнечного тепла нужно допустить только, что диаметр Солнца уменьшается на 60 — 70 метров в год. Но это такая незначительная величина по сравнению с диаметром Солнца, что ее мы могли бы заметить при помощи наших современных инструментов лишь только через 6 000 лет. Вот почему мы теперь еще не можем, измеряя диаметр Солнца, убедиться в том, что Солнце сжимается.

Одного сжатия Солнца, однако, недостаточно для того чтобы давать нам тепло и свет. От сжатия Солнца тепла хватило бы лишь на 20 миллионов лет. На самом же деле Солнце светит и греет во много раз больше этого промежутка времени.

Открытие в конце прошлого века нового элемента радия дало некоторое объяснение, откуда берется такое необычайное количество тепла на Солнце. Радий обладает удивительными свойствами: его атомы постепенно

распадаются, во-первых выбрасывая массу электрических частичек, электронов — так называемых лучей радия, и во-вторых обращаясь в другой элемент — гелий.

Можно думать, что подобно радию и другие химические элементы тоже распадаются, но только гораздо медленнее, так что мы этого не замечаем. При таком распадении вещества выделяется огромное количество тепла. Вещество Солнца постепенно, хотя очень медленно, распадается. Поэтому-то и получается большое количество тепла, излучаемого Солнцем уже много миллионов лет.

Итак, сжатие Солнца вследствие силы тяготения и распадение вещества Солнца — вот причины солнечной энергии. Свет, тепло и вся деятельность Солнца происходят от сжатия Солнца и распадения его вещества. Сотни миллионов лет Солнце греет, светит и живит все окружающее, и в будущем этой живительной деятельности Солнца хватит еще на много миллионов лет.

Рассмотрим теперь, какую работу совершает солнечная энергия.

Солнечная теплота поднимает с Земли пары воды на высоту до 15 километров, образуя облака. Солнечная теплота растворяет лед и снег на земной поверхности. Неравномерно нагревая земную атмосферу, Солнце производит ветер, ураганы и смерчи.

Большая часть всего тепла, получаемого Землей от Солнца, идет на нагревание земной поверхности. Так как Земля, подобно всякому телу, теряет свое тепло, излучая его в пространство, то Земля должна была бы все охлаждаться и охлаждаться, если бы эту потерю тепла не возмещало Солнце. Таким образом, Солнце возвращает Земле то тепло, которое Земля теряет, и поддерживает температуру на земной поверхности на определенной высоте, в среднем около 15 градусов Цельсия.

Растения, под влиянием солнечного света и тепла, разлагают углекислоту воздуха на углерод и кислород. Кислород ими выделяется и служит для нашего дыхания, а углерод усваивается и делается горючим материалом.

Таким образом, все наше топливо: дрова, каменный уголь, торф, нефть — все это скрытая энергия Солнца. Растения, обладают свойством накоплять солнечную теплоту и сберегать ее. Однако, эта сбереженная часть

солнечной теплоты очень ничтожна: обыкновенный лес удерживает в своих стволах и ветвях всего лишь одну тысячную того тепла, какое дает ему Солнце, а 999 тысячных идет на испарение и нагревание. Вот как велико могущество солнечного тепла, — какой ничтожной части его достаточно, чтобы покрыть Сибирь непроходимой тайгой, Индию и Африку — джунглями, Америку — необозримыми плантациями!

А каменный уголь, без которого теперь не может обойтись ни одно государство, который необходим нам так же, как хлеб, потому что он приводит в движение наши машины и заменяет силу человека, есть ничтожная частица теплоты, излитой на Землю когда-то Солнцем. Но и этой ничтожной частички солнечной энергии было достаточно, чтобы накопить такие огромные запасы каменного угля, какими располагает теперь промышленность всего земного шара.

Вот как велика энергия Солнца.

Жизнь и движение животных возможны только при существовании солнечной теплоты и света. Пищей животным и нам служат растения — скрытая энергия Солнца. Деятельность человеческой мысли возможна только при условии правильной работы нервной системы, а последняя зависит от питания всего организма, что было бы невозможно без Солнца.

Одним словом, вся наша жизнь на Земле зависит от Солнца и без него была бы невозможна.

Эволюция Солнца. Так как вся наша жизнь зависит от Солнца, то интересно установить, когда же прекратится эта живительная деятельность Солнца?

Последние исследования говорят нам, что всякое излучение энергии есть потеря материи. Наше Солнце непрерывно испускает во все стороны в окружающее пространство колоссальное количество энергии, а, следовательно, все время теряет и огромное количество материи.

Знаменитый германский физико-химик *Нернст*, на основании радиоактивного распада вещества, установил, что через 100 миллиардов лет Солнце, вследствие излучения энергии, сведет само себя к нулю, т. е. совершенно рассыплется на отдельные электроны. Вот сколько еще лет осталось жить нашему Солнцу. Сто миллиардов лет!

Как же дойдет Солнце до этой естественной своей „смерти“ от лучеиспускания?

Естественная смерть Солнца от старости, — смерть от лучеиспускания, — наступит после постепенного, медленного остывания. Окраска Солнца будет становиться все более и более красной, из желтой звезды оно станет красновато-желтой. Тогда оно будет давать тепла раза в 4 меньше, чем теперь.

Тогда на Земле будет свирепствовать страшный холод, в жарком поясе мороз будет достигать 50 градусов. Замерзнут реки, моря и океаны, вся поверхность Земли будет одна сплошная ледяная равнина. Умрет все живое на Земле, и лишь багрово-красное Солнце будет сиять на безоблачном темно-синем небе.

Однако охлаждение Солнца на этом не остановится, оно будет продолжаться и дальше. Солнце будет продолжать краснеть, чернеть и гаснуть. На Солнце образуется, наконец, твердая кора, как у Земли, и тогда оно окончательно померкнет. На Земле в это время все усиливающийся холод достигнет 200 градусов ниже нуля. На поверхности Земли потекут снова реки, ручьи, образуются моря, океаны, появятся облака и дождь. Но в них не будет уже воды, а будет жидкий воздух. Тот воздух, которым мы дышим, под влиянием сильного охлаждения обратится в жидкое состояние.

Дальнейшее охлаждение обратит и весь этот жидкий воздух в твердое состояние. Земная поверхность покроется снегом из замерзшего воздуха. Наконец, замерзнет весь воздух. Замолкнет все на Земле, не будет ни ветра, ни одного звука. Ночная темнота покроет всю Землю, и лишь далекие звезды будут сиять на черном небе.

Но и другой конец может ожидать Солнце и Землю. Наблюдения неба говорят нам об этом. В июне месяце 1918 года была открыта в созвездии Орла новая звезда, которая сразу же стала самой яркой из всех видимых на небе звезд. На этом самом месте раньше находилась очень слабая звездочка, едва видимая в самые сильные телескопы.

Очевидно, что эта вновь появившаяся в созвездии Орла так называемая „новая“ звезда не есть новая звезда в буквальном смысле этого слова. Это — та же слабая

звездочка, засиявшая так ярко только от того, что здесь произошла страшная небесная катастрофа.

Такие небесные катастрофы вызываются следующими причинами. Внутри звезды, по мере ее затухания, накапливаются взрывчатые вещества огромной силы. Приведенные внезапно в действие, они вызывают страшный взрыв: звезда разрывается на части и загорается так ярко, что эту вспышку мы видим с Земли.

Второй причиной такой небесной катастрофы может быть столкновение одного небесного тела с другим, так как эти тела не находятся в покое, а движутся и при этом с большими скоростями.

Таким образом, кроме естественной смерти от лучеиспускания, возможны с Солнцем и эти катастрофы: или взрыв, или столкновение с другим небесным телом. В обоих этих случаях смерть Солнца повлечет за собою и смерть Земли. Но только эта смерть Земли наступит не от холода, как при естественном конце Солнца, а от огня. Из недр Солнца с неудержимой силой вырвутся колоссальные пламенные языки раскаленных газов, которые обратят всю нашу солнечную систему в бушующий огненный океан раскаленного газа.

ГЛАВА XIII.

МИР ПЛАНЕТ.

Блуждающие светила. Посмотрите внимательно на небо, и вы заметите, что среди ярких звезд есть такие, которые бросаются в глаза своим ровным немерцающим светом, тогда как остальные звезды мерцают. Эти немерцающие звезды в миллионы раз ближе к нам, чем остальные звезды.

Если мы будем следить за этими немерцающими светилами изо дня в день и будем отмечать их положение на небе среди звезд, то мы обнаружим, что эти светила перемещаются среди звезд, переходя из одного созвездия в другое.

Человечество давно выделило эти светила из тех шести тысяч звезд, которые видны на небе невооруженным глазом, и дало им название *планет*, что, в переводе с греческого, значит *странствующие*, или *блуждающие светила*.

Каждая планета получила имя одного из древних божеств. Названия их следующие: Меркурий, Венера, Марс, Юпитер, Сатурн. Названия эти еще до сих пор сохраняются на языках всех народов земного шара.

Открытие этих блуждающих светил теряется в глубокой древности. Мы не можем указать не только век, в какой они были открыты, но даже тысячелетие. Однако, природа этих странствующих светил стала известна человечеству сравнительно недавно. Прошло всего лишь три столетия с тех пор, как знаменитый Галилей впервые посмотрел на планеты в зрительную трубу и доказал человечеству, что эти светила не имеют собственного света, а сияют на небе только потому, что освещаются Солнцем.

Эти светила- такие же темные тела, как и наша Земля. Если рассматривать Землю с громадного расстояния, то она будет казаться такой же блестящей точкой на небе, как и остальные планеты. Для Земли было указано ее скромное место во вселенной между Венерой и Марсом. В это же приблизительно время была разгадана и причина этих странных блужданий планет. Это произошло после того, как люди убедились, что не Солнце и звезды двигаются вокруг Земли, а сам земной шар безостановочно вращается вокруг своей оси и двигается вокруг Солнца.

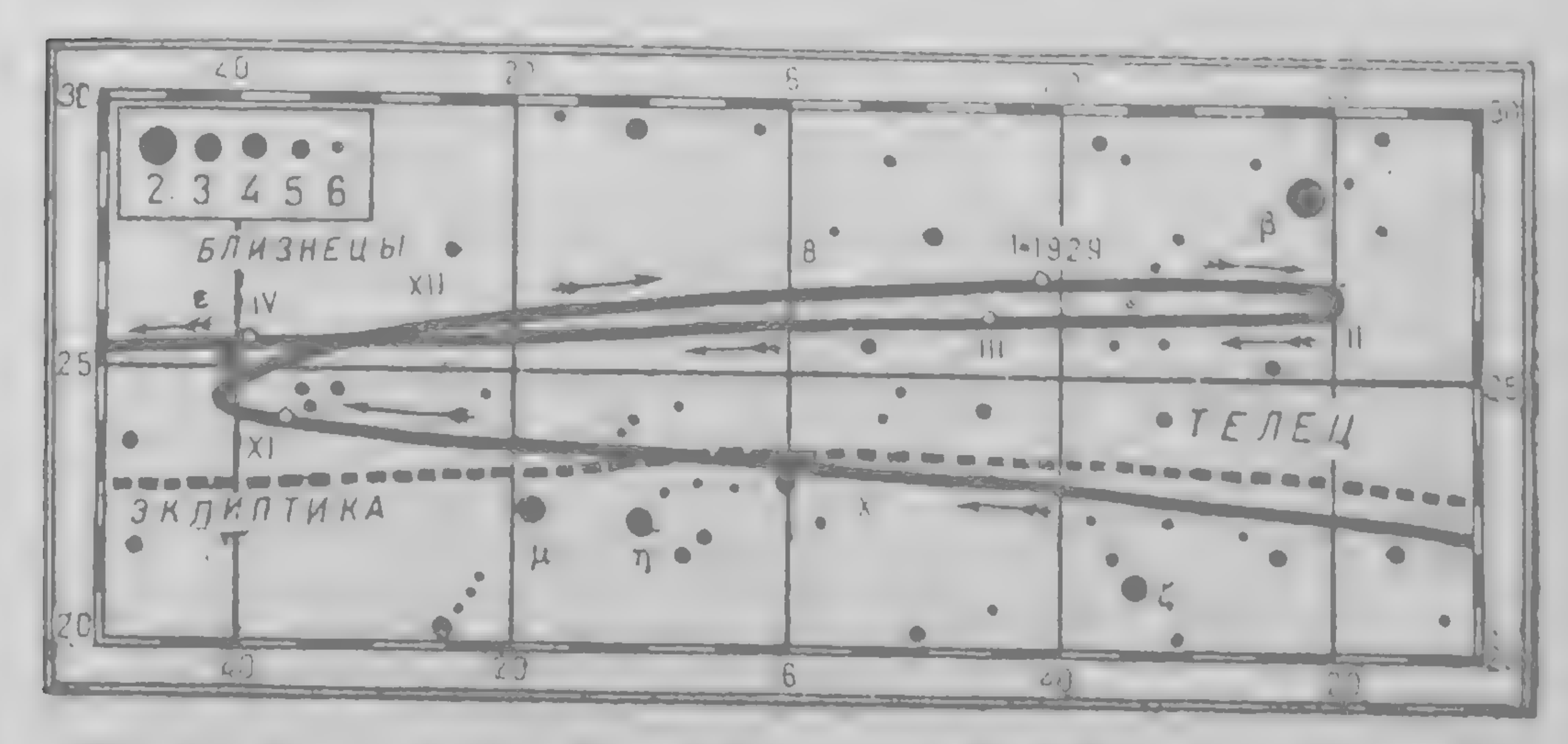


Рис. 46. Видимый путь Марса с сентября 1928 г. по апрель 1929 г.

На рисунке (см. рис. 46) показано видимое движение Марса на небе с сентября 1928 г. по апрель 1929 г.

Достаточно взглянуть на этот рисунок, чтобы убедиться, что это движение весьма сложно. В 1928/29 г. Марс двигался сперва по созвездию Тельца, затем перешел в созвездие Близнецов, дойдя до звезды ε Близнецов. После этого Марс стал замедлять свой путь и начал двигаться в обратном направлении. Возвратился в созвездие Тельца, дошел до звезды β Тельца, снова изменил свое движение и ушел опять в созвездие Близнецов.

Подобным образом двигаются по небу и другие планеты. Движение планеты по небу в направлении с запада на восток, — т. е. справа налево, если смотреть на юг, — называется *прямым движением*, потому что оно совершается в ту же сторону, в какую двигается Земля и все

планеты вокруг Солнца. Движение планеты по небу в направлении с востока на запад (слева направо) называется *обратным движением*.

При этом движении планеты по небу скорость перемещения ее изменяется. Эта скорость увеличивается до известной величины, а затем все уменьшается и уменьшается, пока планета не остановится на некоторое время. После этой остановки меняется направление движения из прямого в обратное или из обратного в прямое. Затем скорость планеты некоторое время увеличивается и, наконец, опять уменьшается, пока планета не остановится вторично.

Найти истинную причину этих сложных движений планет долго не удавалось вследствие того, что техника стояла еще на низкой ступени развития. Поэтому древние греки ошибочно считали Землю неподвижной и центром мира, а все планеты—движущимися вокруг Земли. Для правильного разрешения этой задачи пришлось ждать 15 веков, когда производительные силы общества достигли, наконец, необходимого развития. Решение этой задачи *Коперником* в XVI веке имело колоссальное значение для науки (см. гл. VIII и IX).

Солнечная семья. Еще древние египтяне, ассиро-вавилоняне, древние греки и римляне, а за ними арабы наблюдали движение планет. Но только после Николая Коперника, в XVI веке, и Земля была причислена к этой солнечной семье, в которой центральное место и руководящее значение своим притяжением занимает Солнце. Вплоть до конца XVIII века человечество знало только шесть планет, а именно: ближайшую к Солнцу планету—Меркурий, затем—Венеру, Землю, Марс, Юпитер и Сатурн.

В конце XVIII в. В. Гершель открыл Уран, с начала XIX века начались открытия *малых планет*, или *астероидов*. Теперь их открыто уже более тысячи. В середине XIX века открыли планету Нептун, а в марте 1930 г. открыли еще одну планету, которой пока еще не дали определенного названия. Она двигается за Нептуном. У некоторых планет имеются спутники, подобно тому, как у Земли имеется спутник — Луна.

Таким образом, наша солнечная система состоит из Солнца и следующих планет: без спутников Меркурий

и Венера, потом идет Земля с одним спутником — Луной. Далее — Марс с двумя спутниками, после него двигается более тысячи малых планет — астероидов. Затем идет Юпитер с 9 спутниками, Сатурн с 10 спутниками, потом Уран с 4 спутниками и, наконец, Нептун с 1 спутником и открытая в 1930 г. новая планета. Из них — планеты Меркурий, Венера, Марс, Юпитер и Сатурн могут быть найдены на небе невооруженным глазом. Астероиды и планеты Уран и Нептун видимы лишь в зрительную трубу, а новая планета — только при помощи фотографии.

Если посмотреть на планеты в зрительную трубу, то резко выступает разница между планетами и звездами. В то время как звезды, даже в сильные астрономические трубы, кажутся нам лишь светящимися точками, планеты кажутся нам кружками. На планетах мы можем иногда, смотря по силе зрительной трубы, различать подробности устройства поверхности так же, как это мы видим на Луне. Другое отличие планет от звезд, которое можно заметить только в зрительную трубу, заключается в том, что планеты имеют фазы, подобные фазам Луны. Особенно хорошо видны эти фазы у Меркурия и Венеры. Мы видим в зрительную трубу эти планеты то в виде полного кружка, то в виде полукруга, то в виде узкого серпа (см. рис. 54).

Фазы планет доказывают нам два весьма важных обстоятельства: 1) планеты имеют, подобно Земле, Луне и Солнцу, шарообразную форму и 2) планеты не имеют собственного света, они суть темные тела и делаются видимыми только потому, что освещаются Солнцем и отражают солнечный свет. А так как они двигаются вокруг Солнца, то становятся подобно Луне в различные положения относительно Солнца и Земли и кажутся поэтому различно освещенными, иначе говоря, в различных фазах.

Солнечная система, т. е. весь наш мир планет, к которому принадлежит и Земля, занимает небольшой островок во вселенной (см. гл. III).

Обзор нашей планетной системы. Солнце в 1 300 000 раз больше Земли, а масса его в 750 раз больше массы всех планет, вместе взятых. Такая огромная масса Солнца своим могучим притяжением двигает

по замкнутым путям, как по рельсам, все планеты, являющиеся лишь ничтожными крупинками по сравнению с Солнцем.

Чтобы сравнить планеты между собой, посмотрим на рисунок 47. Этот рисунок нам наглядно показывает, что самая большая планета—Юпитер будет больше Земли в 1 380 раз. Затем идет Сатурн—в 830 раз больше Земли. Нептун больше Земли в 80 раз, а Уран—в 64 раза. Венера почти равна Земле. Марс составляет лишь $^1/_7$ часть Земли, а Меркурий всего лишь $^1/_{20}$.

Величина же каждого из астероидов очень ничтожна. Все 1 000 открытых до сего времени астероидов вместе



Рис. 47. Юпитер, Сатурн, Нептун, Уран, Земля, Венера, Марс, Меркурий. Сравнительная величина планет.

взятые, составляют лишь $^1/_{800}$ часть Земли. Действительно, астероиды суть планеты-крошки, едва заметные даже в сильные телескопы. Поэтому их называют астероидами, что в переводе означает—звездоподобные.

Первые четыре планеты—Меркурий, Венера, Земля и Марс—небольшие по величине, успели уже отвердеть. Остальные четыре планеты — Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун—очень большие по величине, не успели еще вполне охладиться настолько, чтобы сделаться твердыми. Они находятся еще в жидком состоянии, и плотность их, за некоторым исключением, такая же, как у Солнца, т. е. равна $^1/_4$ земной плотности. Плотность Земли по отношению к воде составляет $5^1/_2$. Таким образом, плотность этих больших планет равняется $1^3/_8$, иначе говоря, немного больше, чем плотность воды.

Кроме того, у первых четырех планет или совсем нет спутников, как у Меркурия и Венеры, или их не-

много — у Земли один, а у Марса два. Напротив, у больших планет имеется много спутников: у Юпитера — 9, у Сатурна — 10, а у Урана — 4 спутника. Исключение составляет только Нептун, у которого пока известен только один спутник. Но вполне возможно предполагать, что у Нептуна больше, чем один спутник. Мы еще не могли открыть этих спутников Нептуна только потому, что Нептун находится на очень большом расстоянии от нас.

Все планеты двигаются вокруг Солнца в одну и ту же сторону — с запада на восток. Все планеты вращаются тоже в одну сторону, в какую они двигаются вокруг Солнца, т. е. тоже с запада на восток. Почти все орбиты планет находятся в одной и той же плоскости.

Планеты, находящиеся вне кольца астероидов — Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун — быстрее вращаются вокруг своей оси. День и ночь на этих планетах очень короткие. Сутки продолжаются всего лишь около 10 часов. Время вращения Нептуна еще неизвестно. Из-за большого расстояния до Нептуна не удалось еще определить время его вращения, но вполне вероятно, что и на Нептуне сутки продолжаются недолго.

На планетах же, лежащих внутри кольца астероидов — на Венере, Земле и Марсе, — сутки почти одинаковы с земными: около 24 часов. Исключение составляет только Меркурий, который вследствие большой близости к Солнцу, а потому и наибольшему притяжению от Солнца, повертывается вокруг своей оси в то же самое время, в какое он делает полный оборот вокруг Солнца.

Таким образом, на Меркурии сутки равны его году (87 суток), и Меркурий все время обращается к Солнцу одной и той же своей половиной. На том полушарии Меркурия, которое обращено к Солнцу, будет вечный день и жара, а на полушарии, которое обращено от Солнца, будет вечная ночь и страшный холод. В этом случае мы наблюдаем то же самое, что и при вращении Луны: Луна все время обращена к Земле одной и той же своей половиной.

Планеты, лежащие внутри земной орбиты — Меркурий и Венера, — двигаются вокруг Солнца скорее Земли. Чем дальше находится планета от Солнца, тем она медленнее двигается и тем больше продолжительность года на

этой планете. Например, на Юпитере год продолжается почти наши 12 лет, на Сатурне $29^1/_2$ лет, на Уране 84 года, а на Нептуне почти 165 лет. Продолжительность месяца на Юпитере равна почти нашему целому году. Прожить год, длящийся на Уране, можно с трудом, но вряд ли найдется человек, который прожил бы нептуновский год.

Для общей картины нашей планетной системы нужно еще указать на то, что все сравнительно небольшие и уже вполне отвердевшие планеты — Меркурий, Венера, Земля и Марс — имеют среднюю по плотности атмосферу, в то время как лежащие за кольцом астероидов большие планеты находятся еще в жидком состоянии и имеют очень сгущенную и богатую водяными парами атмосферу.

Таким образом, из вышесказанного мы видим, что кольцо астероидов делит все планеты на два класса планет, резко отличающихся между собой по величине, физическим свойствам, числу спутников, времени вращения вокруг оси и состоянию атмосферы и плотности. Планеты, двигающиеся внутри кольца астероидов, называются *внутренними* планетами, а двигающиеся вне кольца астероидов называются *внешними* планетами.

К внутренним планетам принадлежат: Меркурий, Венера, Земля и Марс, а к внешним: Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун.

Планеты, которые двигаются внутри земной орбиты, называются *нижними* планетами, а двигающиеся вне земной орбиты — *верхними.* К нижним планетам принадлежат Меркурий и Венера, а к верхним: Марс, астероиды, Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун.

Внутренние и внешние планеты различаются между собой по физическим свойствам, вращению, атмосфере, числу спутников, плотности, что было уже указано, а нижние и верхние планеты отличаются по видимому движению на небе, о чем будет сказано дальше.

Коперник впервые объяснил сложные запутанные движения планет по небу (см. рис. 46). Он нашел истинную причину этих видимых блужданий планет. И вместо геоцентрической системы Птоломея дал свою *гелиоцентрическую систему мира* (см. рис. 28). Эта система заключается в следующем.

Все планеты двигаются вокруг Солнца по кругам. У всех этих кругов центр общий, и в нем находится

Солнце. Все планеты двигаются в одном и том же направлении — против часовой стрелки, т. е. с запада на восток. Плоскости этих кругов почти совпадают. Эти круги представляют действительные пути планет в пространстве. Мы же видим перемещение планеты по небу в виде петель и кривых линий (см. рис. 46) только потому, что перемещается вокруг Солнца не только планета, но и мы вместе с Землей все время безостановочно передвигаемся в пространстве вокруг Солнца.

Таким образом, мы смотрим на двигающуюся вокруг Солнца планету все время с разных точек пространства, от этого и кажутся нам перемещения планет на небе такими блуждающими то в одну, то в другую сторону. Планеты двигаются вокруг Солнца в следующем порядке: Меркурий, Венера, Земля, Марс, астероиды, Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун. Границы движения астероидов на рисунке обозначены пунктирными кругами (см. рис. 28).

Объяснение движения планет. Рассмотрим движение нижней планеты, например, Венеры. На рисунке 48 внутренний круг будет орбита Венеры, затем идет орбита Земли, а внешний круг будет небесный свод, — звездное небо.

Движение Венеры вокруг Солнца обозначено на этом рисунке буквами *А*, *Б*, *В*, *Г*, *Д*, а соответственное перемещение Земли — цифрами 1, 2, 3, 4.

Пусть, например, Земля находится в положении 1, а Венера в это время на своей орбите, в точке *А*. Тогда Венера будет казаться на небе стоящей рядом с Солнцем (см. рис. 48, буквы *а*, *С*). Венера тогда скрывается в лучах Солнца и наблюдать ее нельзя. Такое положение Венеры называется *нижним соединением*.

Таким образом, нижнее соединение Венеры бывает в том случае, когда Венера и Земля находятся на одной прямой, соединяющей их с Солнцем, и по одну и ту же сторону от Солнца, как это видно на рисунке.

Рассмотрим теперь случай, когда Венера и Земля также находятся на одной прямой с Солнцем, но будут стоять по разным сторонам от Солнца. Например, если Земля находится в положении 1, а Венера в точке *Д* (см. рис. 48). В этом случае Венера также находится на небе рядом с Солнцем (*д*, *С*), скрывается в его лучах и не может быть наблюдаема. Такое положение Венеры называется *верхним соединением*.

В момент нижнего соединения нижняя планета будет находиться в наикратчайшем расстоянии от Земли, а в момент верхнего соединения — на самом большом расстоянии от Земли.

Рассмотрим теперь движение Венеры. Венера движется вокруг Солнца скорее, чем Земля, так как Венера делает полный оборот вокруг Солнца в 225 суток,

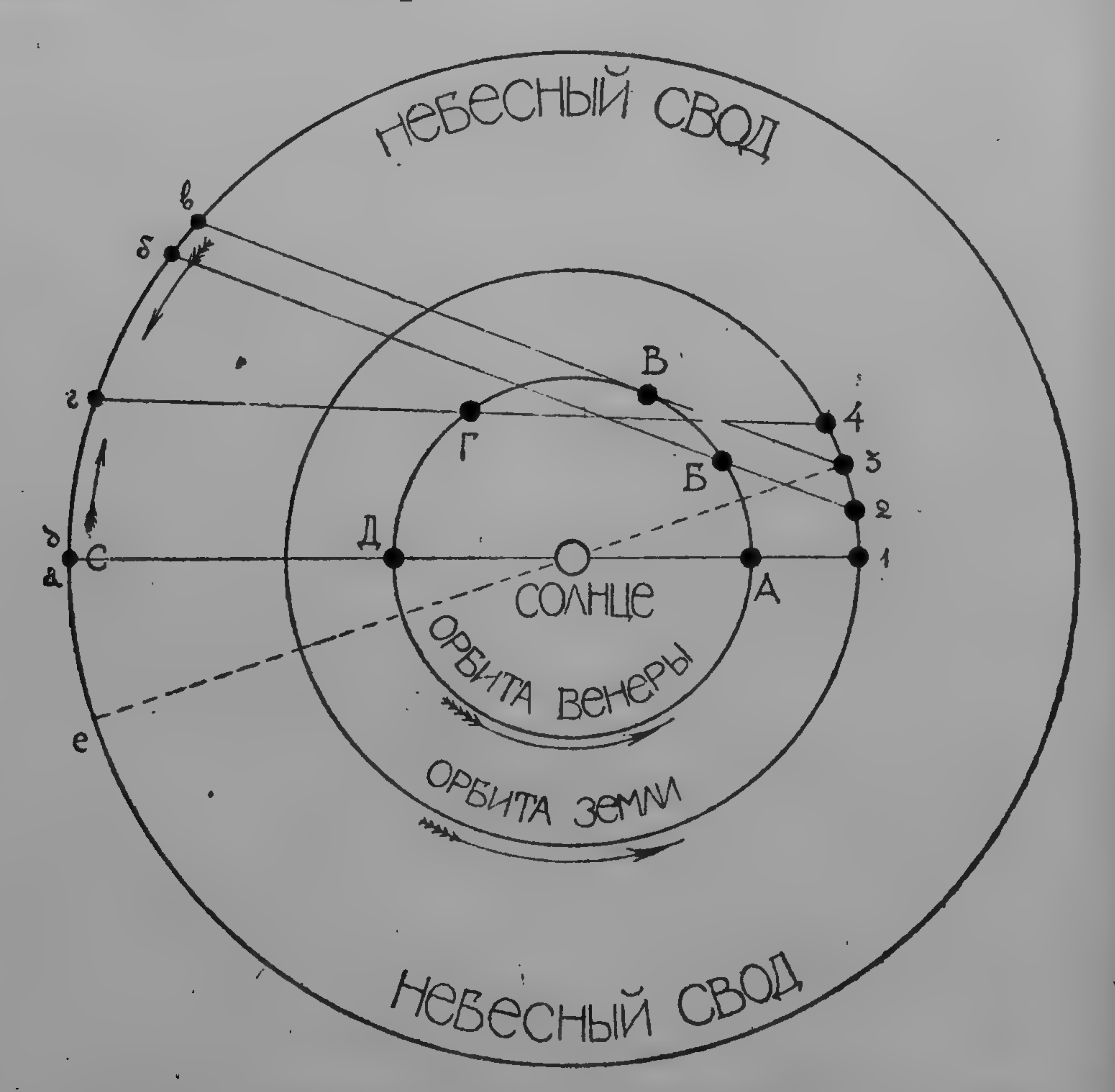


Рис. 48. Объяснение видимого движения Венеры по небу.

а Земля — в год. В равные промежутки времени Земля будет проходить положения 1, 2, 3, 4 (см. рис. 48), а Венера будет передвигаться из точки *А* в точку *Б*, *В* и *Г*.

Когда Земля будет в положении 2, Венера будет в точке *Б*, а на небе мы ее увидим в точке *б*. Когда Земля будет в положении 3, Венера будет в точке *В*, а на небе мы ее увидим в точке *в*. Когда Земля бу-

дет в положении 4, Венера будет в точке *Г*, а на небе мы ее увидим в точке *г*. Таким образом, за это время мы увидим Венеру перемещающейся по небу по кривой линии *а*, *б*, *в*, *г*.

Иными словами, Венера после нижнего своего соединения двигалась по небу сперва до точки *в* в направлении часовой стрелки (обратным движением), а после точки *в* изменила свое движение на прямое. Т. е. видимый путь Венеры по небу образовал петлю.

Если вычерчивать подобным способом движение планеты, начиная с верхнего соединения ее, то мы получим в этом случае опять петлю, но только движение планеты по небу будет сначала прямое, а потом обратное.

Переход из обратного в прямое движение произошел в рассмотренном случае в точке *в* (см. рис. 48), т. е. когда луч зрения от Земли к Венере (прямая *ЗВ*) был касательной к орбите Венеры. В этом случае на небе наблюдается так называемое *стояние* Венеры. Положение же Венеры на орбите в этом случае называют *квадратурой*, или *элонгацией*. Во время элонгации (стояния) Венера имеет наибольшее удаление от Солнца. Угол между лучом зрения на Солнце и на Венеру тогда самый наибольший и равен 48 градусам.

Для Меркурия этот угол меньше и равен 28°, так как орбита Меркурия находится внутри орбиты Венеры.

Рассмотрим теперь движение какой-нибудь верхней планеты, например, Марса. Ближайшее к Земле положение Марса будет, когда Марс, Земля и Солнце находятся на одной прямой, Земля — между Марсом и Солнцем.

Это положение Марса называется *противостоянием*. Во время противостояния Марс находится на небе как раз против Солнца, т. е. когда Солнце заходит, то Марс восходит, когда Солнце восходит, то Марс заходит. Всю ночь тогда можно наблюдать Марс на небе.

Если Марс, Земля и Солнце находятся на одной прямой, но Солнце лежит между Марсом и Землей, то в этом случае Марс будет на самом большом расстоянии от Земли. Тогда Марс и Солнце будут стоять на небе рядом. Марс будет скрываться в солнечных лучах, т. е. будет невидим. Это положение Марса называется *соединением*.

Таким образом, верхние планеты могут находиться в противостоянии, т. е. удаляться от Солнца на 180 градусов, тогда как у нижних планет не бывает противостояния. Самое большое удаление от Солнца у нижних планет бывает только во время элонгации и достигает у Венеры 48 градусов. Второе отличие нижних планет от верхних заключается в том, что у верхних планет есть только одно соединение, а у нижних бывает два соединения — верхнее и нижнее.

Законы Кеплера. Согласие системы Коперника с наблюдениями продолжалось лишь до тех пор, пока производительные силы общества не развились настолько, что появились точные астрономические инструменты, которые стали давать более точные наблюдения.

Астроном *Кеплер* (1571 – 1630) нашел после многолетних упорных трудов законы движения планет. Эти законы движения планет носят название *законов Кеплера* и являются основой теоретической астрономии.

Первый закон: все планеты движутся по эллипсам, у которых один фокус общий, и в этом фокусе находится Солнце.

Эллипс есть такая кривая, точки которой обладают свойством: сумма расстояний любой точки этой кривой от двух данных точек, называемых фокусами, есть величина постоянная.

Первый закон Кеплера показывает, что орбита планеты не есть круг, а эллипс. Солнце находится не в центре орбиты планеты, а в одном из фокусов этого эллипса.

Рисунок 49 изображает орбиту планеты: *П* — планета, *С* — Солнце. Если планета находится в точке *Б*, то планета будет на кратчайшем расстоянии от Солнца. Это положение планеты (*Б*) называется *перигелием*. Когда же планета находится в точке *А*, то планета будет на самом далеком расстоянии от Солнца. Такое положение планеты (*А*) называется *афелием*. Земля проходит через перигелий около 1 января, а в афелии находится около 1 июля.

Прямая, соединяющая планету с Солнцем (линия *СП*, см. рис. 49), называется *радиусом-вектором* планеты. Радиус-вектор есть расстояние планеты от Солнца. На рисунке 49 видно, что расстояние планеты от Солнца в

время меняется. Наименьшее оно в перигелии, наибольшее — в афелии.

Средне-арифметическое между наименьшим и наибольшим расстоянием называется *средним расстоянием* планеты от Солнца. Оно равняется большой полуоси орбиты планеты.

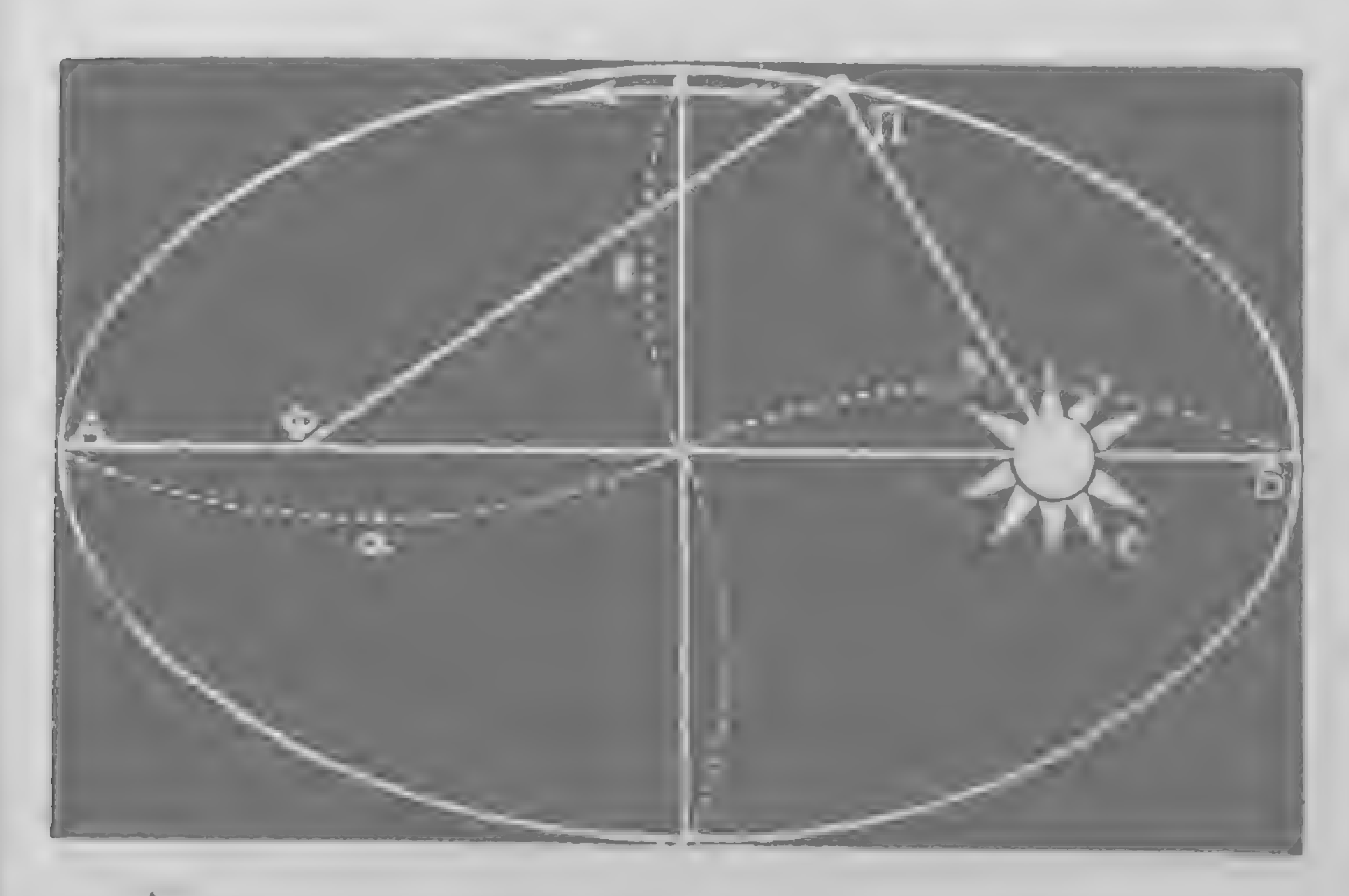


Рис. 49. Орбита планеты.

Действительно, среднее расстояние планеты от Солнца будет:

$$\frac{СБ + СА}{2} = \frac{АБ}{2} = \frac{2a}{2} = a.$$

На основании первого закона Кеплера мы видим, что действительный путь планеты при ее движении вокруг Солнца есть эллипс.

Однако нужно сказать, что эллипсы, которые описывают планеты вокруг Солнца, мало отличаются от кругов. Эти эллипсы суть мало сжатые круги, почти круги, и только орбиты Меркурия и Марса являются более отличающимися от кругов. Далее, орбиты всех планет Коперник принимал лежащими в одной плоскости. На

самом же деле, орбиты всех планет *почти* находятся в одной плоскости с земной орбитой. Больше всего выходит из этой плоскости орбита Меркурия: она наклонена к плоскости земной орбиты на 7 градусов.

Второй закон: площади, описываемые радиусом-вектором планеты в равные промежутки времени, равны.

На рисунке (см. рис. 50) заштрихованы площади, описанные радиусом-вектором планеты (*Са*) в равные промежутки времени.

Чтобы эти площади были равны, тогда как расстояния планеты от Солнца различны (*Са* меньше, чем *Сж*), нужно, чтобы дуга, пройденная планетой в перигелии, была больше, чем дуга, пройденная в афелии (дуга *аб* больше дуги *жз*). Таким образом, этот второй закон Кеплера показывает, что скорость движения планеты по ее орбите различная, а не одинаковая, как это принимал Коперник. В перигелии планета движется скорее всего, а в афелии — медленнее всего. Второй закон дает нам скорость движения планет.

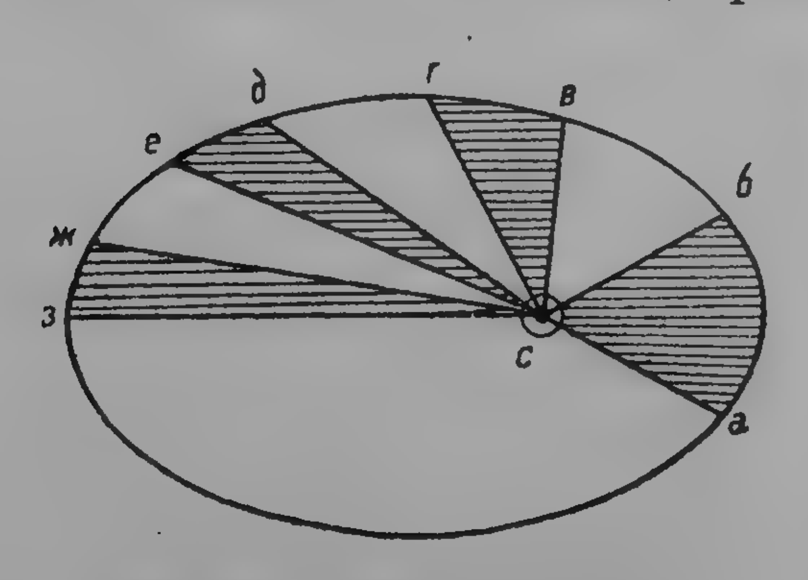


Рис. 50. Закон площадей.

Третий закон: квадраты времен полных оборотов планет вокруг Солнца относятся, как кубы их средних расстояний от Солнца.

Назовем через t_1 и t_2 времена полных оборотов двух планет вокруг Солнца, а через a_1 и a_2 обозначим средние расстояния этих планет от Солнца (большие полуоси орбит этих планет), тогда этот закон Кеплера выразится следующей формулой:

$$\frac{t_1^2}{t_2^2} = \frac{a_1^3}{a_2^3}$$

Действительно, если планета в 4 раза дальше отстоит от Солнца, чем Земля, то время оборота этой планеты вокруг Солнца в 8 раз больше земного, так как

$$8^2 = 8 \times 8 = 64; \quad 4^3 = 4 \times 4 \times 4 = 64.$$

Этот закон Кеплера дает нам возможность в высшей степени просто находить расстояние планеты от Солнца, если известно из наблюдений время, в течение которого эта планета обращается вокруг Солнца.

Оказывается, что более удаленные от Солнца планеты совершают свой путь вокруг Солнца в более продолжительный промежуток времени не только потому, что путь их длиннее, но и потому, что они на самом деле движутся медленнее.

Закон всемирного тяготения. Кеплер, найдя свои законы движения планет, только догадывался о существовании какой-то общей причины — силы, заставляющей планеты именно таким образом двигаться. Найти эту причину удалось только *Ньютону* (1642 – 1727). Это замечательное открытие приведено в сочинении Ньютона „Математические начала натуральной философии", изданном в 1687 г. (русский перевод этого классического сочинения Ньютона сделан академиком *А. Н. Крыловым* в 1916 г.)

Ньютон рассуждал так. Пусть в точке *П* (см. рис. 51) находится планета, которая испытывает притяжение от Солнца по направлению к Солнцу.

Если бы не было притяжения планеты к Солнцу, то планета *П* (см. рис. 51), как движущаяся в каком-нибудь направлении *ПК*, двигалась бы в этом направлении прямолинейно и равномерно, согласно закону инерции. В первую секунду она перешла бы из точки *П* в точку *К*, и в конце концов ушла бы из нашей солнечной системы.

Если бы планета испытывала только одно притяжение к Солнцу, то она в первую секунду перешла бы из точки *П* в точку *Л*. Но так как планета одновременно и двигается и притягивается к Солнцу, то она пойдет по диагонали параллелограмма, построенного на этих движениях. Планета в конце первой секунды не будет ни в точке *К*, ни в точке *Л*, а передвинется по диагонали (см. рис. 51) и будет в точке *А*.

В конце второй секунды, если бы не было притяжения Солнца, планета, согласно закону инерции, пришла бы в точку *М*, но так как действует сила притяжения Солнца, то планета будет не в точке *М*, а опять передвинется по диагонали параллелограмма и будет в точке *Б*.

Рассуждая таким образом и далее, увидим, что путь планеты будет *криволинейный — ПАБВ.* Следовательно, движение планет по своим криволинейным орбитам есть результат притяжения планет Солнцем.

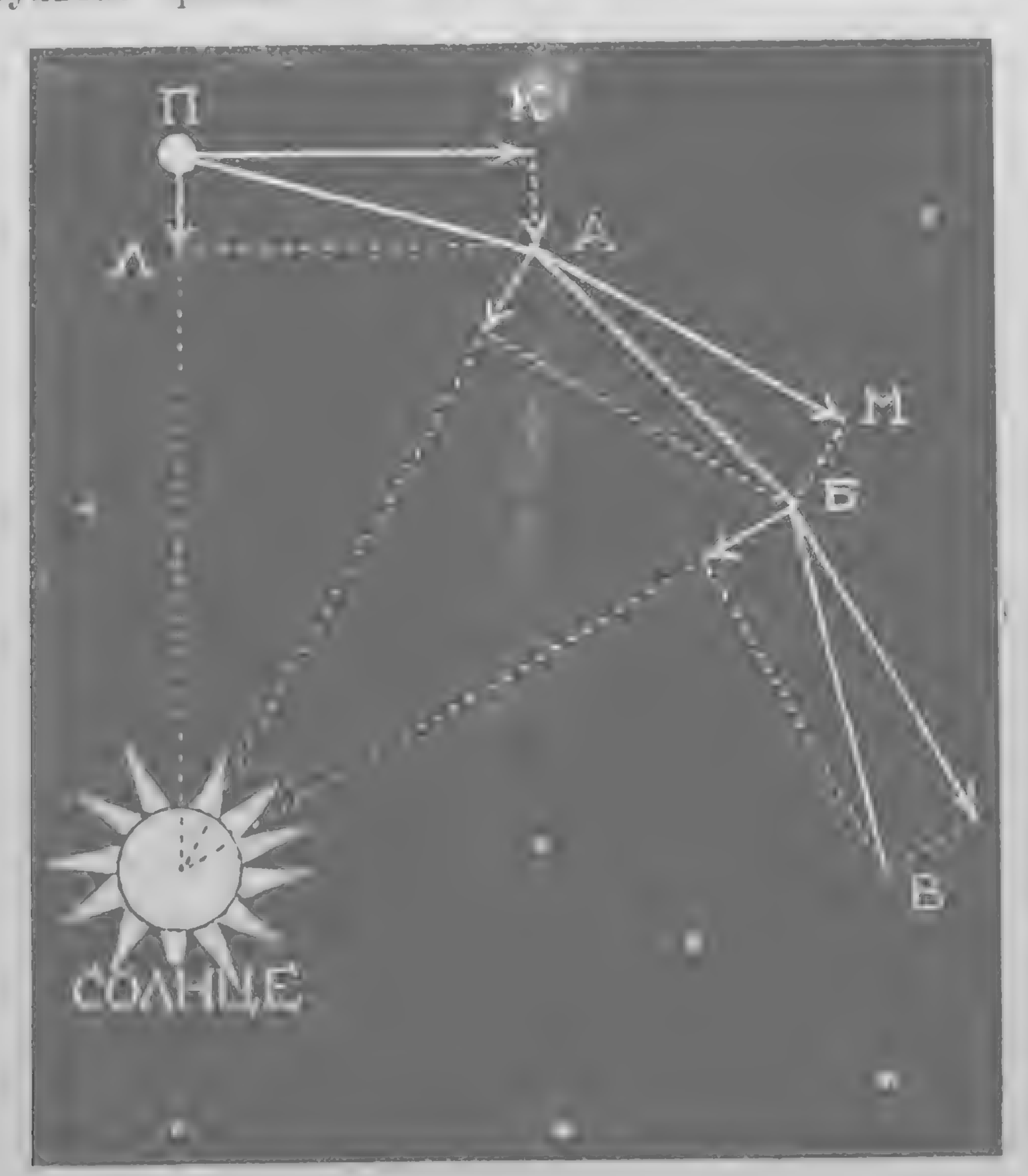


Рис. 51. Действие на планету притяжения Солнца.

Эта сила притяжения действует между Солнцем и планетами, между планетами и их спутниками, и в частности между Землей и Луной.

Затем, Ньютон, пользуясь третьим законом Кеплера, доказал, что величина этой силы притяжения, удерживающая планеты на их орбитах, для каждой планеты раз-

личина в зависимости от расстояния ее от Солнца, а именно — *величина силы притяжения планеты Солнцем изменяется обратно пропорционально квадрату расстояния планеты от Солнца.*

Наконец, Ньютон определил природу этой силы. Тяжесть, наблюдаемая на Земле, действует на все тела. Она оказывает свое влияние на всех расстояниях над Землей, на каких только были доступны непосредственные наблюдения. Всегда она действует по направлению к центру, и величина ее изменяется обратно пропорционально квадрату расстояния. Ньютон задал себе вопрос, не простирает ли сила тяжести своего действия и далее? Не она ли заставляет Луну двигаться по криволинейному пути вокруг Земли?

Вычислив ускорение силы притяжения Землею Луны и сравнив полученную величину с ускорением силы тяжести на земной поверхности, Ньютон убедился, что *сила притяжения, которая заставляет Луну двигаться вокруг Земли, и сила тяжести на Земле есть одна и та же сила.*

Придя к этим заключениям, Ньютон распространил свои выводы на другие небесные тела и на материальные частицы. Между Солнцем и планетами, между планетами и их спутниками действует сила притяжения такая же, какая действует между Луною и Землею.

Эту силу притяжения, управляющую движением небесных тел и действующую между любыми, даже самыми ничтожными частицами вещества, Ньютон назвал *всемирным тяготением.*

Таким образом, был найден Ньютоном *закон всемирного тяготения*, который читается так: *всякая материальная частица притягивает другую материальную частицу с силой прямо пропорциональной их массам и обратно пропорциональной квадрату расстояния между ними.*

Отсюда силу тяготения можно выразить следующей формулою:

$$F = k\frac{M \cdot m}{r^2}$$

где M и m суть массы двух тел, r — расстояние между ними, k — постоянная всемирного тяготения.

Ньютону не удалось определить величину этой постоянной всемирного тяготения, и она была найдена лишь сто лет спустя после Ньютона опытным путем, на основании измерения притяжения двух больших свинцовых шаров. В астрономии, при вычислениях силы тяготения, принимается масса Солнца за 1 и радиус земной орбиты за 1, тогда величина этой постоянной всемирного тяготения будет $k = 0{,}000296$.

Возмущения небесных тел. Во время Великой Французской Революции было введено в астрономии понятие о возмущении небесных тел. Революция оставила свой след в астрономической науке.

Математики времен Великой Французской Революции— *Лагранж* (1736—1827) и *Лаплас* (1749—1827) обнаружили, что согласие движения планет с законами Кеплера неполное. В движениях планет вокруг Солнца наблюдаются уклонения от законов Кеплера.

Эти уклонения и названы были *возмущениями небесных тел.* Происходят они от притяжения, которые оказывают планеты друг на друга. Если бы только одно Солнце обладало силой притяжения, а планеты друг к другу не притягивались бы, то движение планет происходило бы в строгом согласии с законами Кеплера. Но каждая планета притягивает другую планету с силою, пропорциональною произведению их масс и обратно пропорциональною квадратам расстояний между ними. Вот почему это взаимное притяжение планет производит движение, не согласное с законами Кеплера.

Влияние это сказывается в том, что орбиты планет несколько отличаются от эллипсов. Размеры этих орбит и положения их в пространстве также со временем изменяются.

Вследствие больших расстояний и небольших сравнительно масс планет, возмущения планет незначительны по величине.

Например, влияние Юпитера на Землю составляет $\frac{1}{18000}$ притяжения Земли Солнцем, а влияние друг на друга наших самых больших планет—Юпитера и Сатурна не достигает даже $\frac{1}{150}$ притяжения Сатурна Солнцем.

Однако, эти незначительные по величине возмущения действуют очень долго и поэтому могут производить в конце концов большие изменения в нашей планетной системе.

Все возмущения разделяются на два класса. К первому относятся такие возмущения, которые изменяют местоположение планеты на ее орбите. Под влиянием этих возмущений планеты только незначительно отступают от своих положений на орбитах то в ту, то в другую сторону, но через известный период опять возвращаются к первым положениям. Такие возмущения называются *периодическими*. Эти возмущения не могут произвести разрушений нашей планетной системы как вследствие своей незначительности, так и потому, что планеты рано или поздно возвращаются к прежним своим положениям.

Другой класс возмущений называется *вековыми* возмущениями. Под их влиянием изменяются уже самые орбиты планет. Изменяются размеры, наклон и форма орбиты, изменяется положение перигелия и точки пересечения орбит с плоскостью земной орбиты, изменяются времена полных оборотов планет. Все эти изменения растут, хотя и очень медленно, но постоянно, непрерывно и равномерно. Вот только эти возмущения и могут повлиять разрушающим образом на нашу планетную систему.

Буржуазные ученые, Лагранж и Лаплас, хотя и ввели под влиянием идей Великой Французской Революции это революционное понятие — возмущение небесных тел — в изучение строения нашей планетной системы, но сразу же испугались. При помощи математических формул они стали доказывать, что даже вековые возмущения, из которых более разрушающим является изменение больших полуосей орбит и времен полных оборотов планет, не опасны для нашей планетной системы. Стали доказывать, что стройность и порядок нашей планетной системы никогда не будут нарушены и останутся таковыми на вечные времена.

На самом же деле это не совсем-то так. В последнее время исследования, произведенные *Зеелигером*, *Гильденом* и *Пуанкарэ*, показали, что вычисления Лапласа и Лагранжа справедливы только до известного приближения

Поэтому о полной неизменности нашей планетной системы нельзя говорить. Она не разрушится, конечно, в течение нашей жизни, в течение еще многих тысячелетий и, может быть, даже многих миллионов лет, но сохранится она не на вечные времена.

Хотя стройность нашей планетной системы говорит о ее прочности, но все же эта прочность не вечная. Вековые возмущения в конце концов, через очень долгий промежуток времени, приведут нашу планетную систему в полное разрушение.

Межпланетные путешествия. Теперь, когда авиационная техника сильно развилась, воздушные путешествия стали обычным явлением. Воздушная стихия завоевана человеком. На очереди теперь стоит перед техникой вопрос о межпланетных путешествиях.

Главнейшими препятствиями таких межпланетных путешествий — полетов на Луну и на планеты — служит, во-первых, сила тяжести — сила притяжения Земли. Чтобы отделиться от Земли, нужно освободиться от действия силы земного притяжения, а для этого нужно развить очень большую скорость движения, — не меньше, чем 11 километров в секунду. Эта скорость в 11 километров в секунду так велика, что наша современная техника не в состоянии еще ее получить.

Вторым препятствием для межпланетных путешествий является то обстоятельство, что между планетами и, в частности, между Землей и Луной находится безвоздушное пространство. Без воздуха не может работать ни один из двигателей, существующих на Земле: почти для всех двигателей нужно горение, которое без воздуха невозможно. Также нужен воздух и для всех изобретенных до сего времени летательных аппаратов: все эти летательные аппараты при своем движении опираются на воздух и могут двигаться только в воздухе.

Чтобы осуществить межпланетные полеты, техника должна обратиться к иным принципам летания и изобрести такой аппарат, который мог бы передвигаться в совершенно пустом пространстве, не имея никакой опоры вокруг себя. Аппараты для таких межпланетных путешествий не будут иметь ничего общего с летательными машинами, применяемыми современной авиацией.

Есть аппарат, однако, который может двигаться и в безвоздушном пространстве. Это — ракета. Всем известна ракета, которую запускают высоко к небу с бенгальскими огнями. Причина движения такой ракеты состоит в том, что пороховые газы стремительно вытекают из нее вниз, а сама ракета, по закону равенства действия и противодействия, отталкивается вверх.

Здесь происходит то же, что и при выстреле из пушки: ядро летит вперед, а пушка откатывается назад. Только ракета выбрасывает не ядро, а газообразные продукты взрыва. Скорость и масса этих газов так значительны, что ракета получает „отдачу" и быстро летит вверх. Если пустить такую ракету в безвоздушное пространство, то она полетит еще лучше, так как не будет сопротивления воздуха.

Если, теперь, построить достаточно большую ракету, снабдить ее большим запасом сильнейшего взрывчатого вещества, которое развило бы скорость этой ракеты не меньше 11 километров в секунду, то такая ракета отделилась бы от Земли и могла бы двигаться в межпланетном пространстве.

В настоящее время делаются подобные опыты в Америке проф. *Годдардом* и в Германии проф. *Обером*. Хотя еще не получена необходимая для этого скорость, в 11 километров в секунду, но уже достигнуты значительные успехи в этом деле. У нас, в Москве, образовано теперь общество межпланетных сообщений, которое также разрабатывает проекты достижения Луны и планет при помощи летательных аппаратов.

Таким образом, человечество в вопросе межпланетных путешествий постепенно подходит к реальному их осуществлению, возможному лишь при достаточно для этого развитой технике.

ГЛАВА XIV.

МЕРКУРИЙ, ВЕНЕРА И МАРС.

Меркурий. Нужно обладать большим уменьем, чтобы разыскать на небе желтоватого цвета маленькую планету, всегда скрывающуюся в солнечных лучах, названную — еще во времена глубокой древности — Меркурием в честь бога торговли, коварства и лжи. Только в особенно редких случаях она становится видна невооруженному глазу низко-низко на горизонте. Да и понятно: Меркурий — самая близкая к Солнцу планета. Двигаясь вокруг Солнца, она может отходить от Солнца самое большее на 28 градусов. А что за величина 28 градусов? Это немного меньше одной трети прямого угла.

Таким образом Меркурий виден только по вечерам в лучах вечерней зари или рано утром в лучах утренней зари. Заход Меркурия запаздывает против солнечного самое большее на 2 часа. Одним словом, только час или полтора часа можно видеть Меркурий на небе, если не считать наблюдения Меркурия днем, что для любителя-астронома почти невозможно.

Для таких дневных наблюдений Меркурия нужны телескопы с особой точной установкой и часовым механизмом; даже от астрономов-специалистов требуется для этого большой навык в наблюдении.

Трудно бывает найти на небе эту „коварную планету“, — немного на ней и увидишь.

В южных странах, да и то там, где воздух сухой и очень чистый, можно значительно лучше наблюдать Меркурий. Только под южным итальянским небом астроном *Скиапарелли* смог различить на поверхности Меркурия полосы и пятна, по наблюдению которых он нашел закон вращения этой планеты.

Меркурий имеет поперечник почти в три раза меньший, чем Земля. Поэтому по величине своей он меньше Земли и даже Марса, но больше Луны (см. рис. 52).

Орбита Меркурия сильно отличается от круговой. Это различие больше, чем у орбит каких-либо других планет. Вследствие этого расстояние Меркурия от Солнца значительно изменяется.

В перигелии, т. е. в ближайшем к Солнцу положении, расстояние Меркурия от Солнца равно 49 миллио-



Рис. 52. Сравнительная величина Земли, Марса, Меркурия и Луны.

нам километров, а в афелии, т. е. в наибольшем удалении от Солнца, оно равно 69 миллионам километров. В среднем Меркурий почти втрое ближе к Солнцу, чем Земля; поэтому солнечные лучи греют Меркурий гораздо горячее — в 9 раз сильнее, чем Землю.

Свой путь вокруг Солнца Меркурий совершает в 88 суток. Такой короткий год на Меркурии не составляет даже 3 наших месяцев.

Так как Меркурий не имеет собственного света, а виден только потому, что освещается Солнцем, то он, подобно Луне, имеет фазы (см. рис. 53).

Вид фаз Меркурия зависит от того, какая часть освещенного полушария Меркурия видна с Земли.

Изменение фаз Меркурия, а вместе с тем и видимой величины Меркурия, подобно изменению фаз Венеры

(см. рис. 54). При верхнем соединении Меркурия к нам обращено освещенное полушарие его, и поэтому он будет казаться светлым кружком, подобно полной Луне. После этого Меркурий все больше и больше поворачивает к Земле свое темное полушарие. При элонгациях мы видим Меркурий освещенным наполовину, так же как Луну в первой или в последней четверти. Незадолго до нижнего соединения Меркурия с Солнцем или



Рис. 53. Меркурий по наблюдениям в сильный телескоп.

вскоре после него Меркурий кажется нам в виде узкого серпа. Хотя при этой фазе Меркурия в виде узкого серпа яркость его небольшая, но зато он стоит значительно ближе к Земле и наиболее удобен для наблюдений.

Меркурий обращается вокруг Солнца в 88 суток, но, вследствие перемещения Земли за это время вокруг Солнца, одноименные фазы Меркурия следуют одна за другой в среднем только через 116 суток. Иными словами, если Меркурий нам кажется узким серпом перед нижним соединением, то он опять будет казаться таким же серпом лишь через 116 суток.

Все подробности, которые видны на поверхности Меркурия, были открыты при той фазе, когда Меркурий имеет вид серпа, т. е. когда он бывает на более близком к Земле расстоянии и поэтому наиболее удобен для наблюдений.

Скиапарелли, наблюдавший пятна и полосы на поверхности Меркурия, заметил, что они в течение суток остаются неизменными. Отсюда следует, что Меркурий вращается вокруг своей оси в то же самое время, в какое он обращается вокруг Солнца, т. е. в 88 суток. Поэтому Меркурий обращен к Солнцу всегда одной и той же своей половиной, так же как Луна обращена к Земле.

Эти наблюдения Скиапарелли подтверждены в последнее время астрономом *Ловеллом*, который наблюдал Меркурий в 24-дюймовый телескоп на своей обсерватории.

Таким образом на той половине Меркурия, которая обращена к Солнцу — вечный день и вечный жар, а противоположная погружена в вечный мрак и холод.

Жизнь на Меркурии. Меркурий имеет в высшей степени редкую, разреженную атмосферу.

Таким образом, половина Меркурия, которая все время обращена к Солнцу, постоянно подвергается жгучим солнечным лучам, которые почти в 9 раз сильнее греют, чем на Земле. Ни одно облачко не набежит и не закроет от этих палящих солнечных лучей. Вечный день и вечный жар. Эта часть поверхности Меркурия раскалена до высокой температуры. Все живое убито палящими солнечными лучами. Одна мертвая пустыня: ни деревца, ни ручейка, ни единого живого существа.

На другой же стороне Меркурия, обращенной от Солнца, никогда не блеснет солнечный луч. Вся эта часть поверхности Меркурия погружена в постоянный мрак и страшный холод. Такое различие температур на полушариях Меркурия должно производить в атмосфере Меркурия постоянный поток холодного воздуха в освещенное полушарие и горячего воздуха — в темное полушарие. Ветры огромной силы поднимают тучи песка, который переносится с одного полушария на другое.

Вот каковы условия для жизни на этой планете. Незавидные условия. Все это говорит нам, что жизнь

на Меркурии если и возможна, то лишь на границе освещенного и темного его полушарий.

Венера. Самое яркое после Солнца и Луны светило на небе — *Венера*.

Венера так ярка, что, если знать ее точное положение на небе, то можно ее увидеть простым глазом даже днем, конечно при условии, что она не очень близко отстоит от Солнца, и небо совершенно безоблачно.

Так как Венера двигается внутри земной орбиты, то она при своем движении вокруг Солнца кажется нам с Земли перемещающейся по небу то к востоку, то к западу от Солнца. Самое большее, Венера может отходить от Солнца на 48 градусов; таким образом, Венера всегда находится поблизости от Солнца.

Если Венера находится к востоку от Солнца, то она видна по вечерам после захода Солнца на западной части неба. Если же она стоит к западу от Солнца, то она восходит по утрам перед восходом Солнца и видна на востоке в лучах утренней зари. Вследствие этого Венеру еще с древних времен воспевали почти все народы как „чудесную вечернюю или утреннюю звезду".

Венера — вторая от Солнца планета. Она находится на расстоянии 108 миллионов километров от Солнца, поэтому на Венере значительно теплее, чем на Земле. К тому же атмосфера, которая имеется у Венеры, задерживает это тепло значительно больше, чем атмосфера Земли. Размеры и плотность Венеры почти одинаковы с земными. Вокруг Солнца Венера делает полный оборот в 225 суток, а вокруг своей оси, как показали последние исследования, она вращается приблизительно в 24 часа. Таким образом, сутки на Венере почти такие же, как на Земле, но год несколько короче, чем земной: он равен 225 суткам.

Фазы Венеры. Если посмотреть на Венеру даже в небольшой телескоп, например в телескоп с объективом в 50—60 *мм*, то прежде всего мы заметим, что Венера, подобно Луне, имеет фазы.

Существование фаз у Меркурия и Венеры доказывает правильность системы *Коперника*. Во времена Коперника не могли увидеть фаз Меркурия и Венеры, так как в то время не была еще изобретена зрительная труба, а фазы этих планет, вследствие большого ра-

стояния планет от нас, не видны простым глазом. Противники Коперника указывали на то, что не видно фаз у Меркурия и Венеры, как на опровержение его учения.

Коперник, вполне убежденный в истинности своего открытия, не обращал внимания на эти возражения, имевшие в то время огромное значение. Он смело утверждал, что фазы у Меркурия и Венеры непременно существуют. Но их мы не видим только вследствие слабости нашего зрения. И действительно, как только была изобретена зрительная труба, были открыты *Галилеем* фазы Венеры.

Заметить фазы Венеры гораздо легче, чем фазы Меркурия. В то время как Венера движется от верхнего

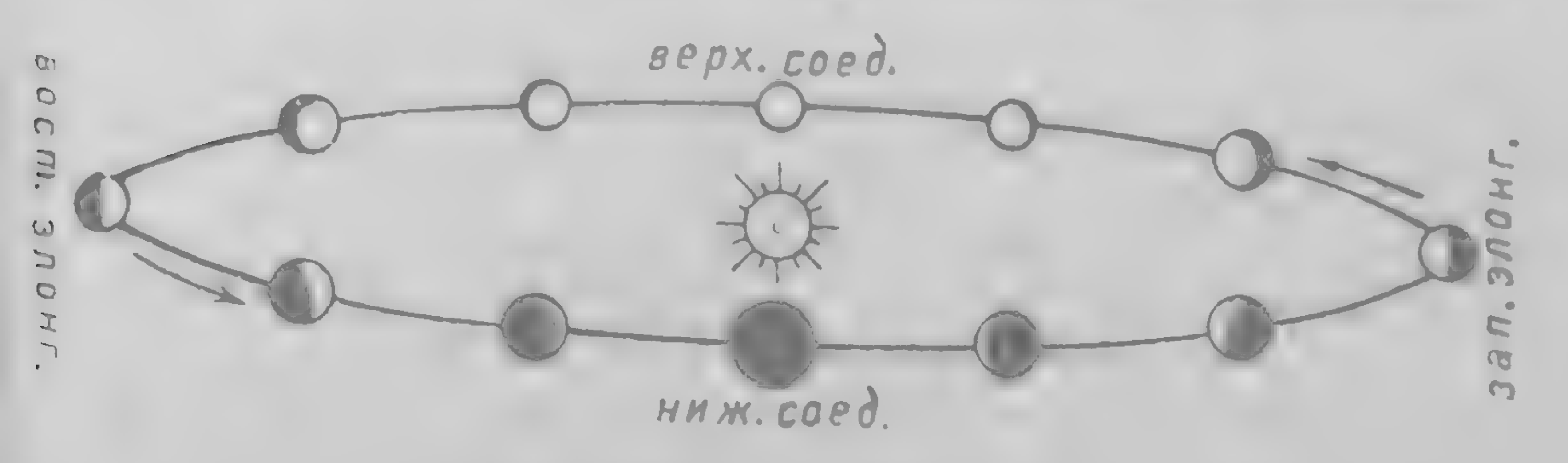


Рис. 54. Объяснение фаз Венеры.

соединения к нижнему, ее кажущаяся величина постепенно увеличивается, но при этом делается видна все меньшая и меньшая часть диска. В восточной элонгации Венера кажется полукругом, как Луна в первую четверть. Затем Венера кажется серпом, который делается все уже и уже, а диаметр его все больше и больше, по мере того как Венера приближается к нижнему соединению с Солнцем.

В нижнем соединении к нам обращено неосвещенное полушарие Венеры, и поэтому она в это время совершенно невидима. После нижнего соединения опять появляется узкий серп Венеры, который постепенно все делается шире и шире, а диаметр его все меньше и меньше. Во время западной элонгации Венера видна в виде полукруга, как Луна в последней четверти. Все время выпуклая часть фазы Венеры обращена к Солнцу (см. рис. 54).

Венера обращается вокруг Солнца в 225 суток, но так как Земля при этом тоже перемещается вокруг Солнца, то одинаковые фазы Венеры чередуются не через 225 суток, а через 584 сутки.

Благодаря атмосфере Венеры, внутренняя сторона серпа всегда размыта и блеск ее постепенно уменьшается, чего совершенно не наблюдается у фаз Луны. Фазы Луны имеют резко очерченные границы, а у Венеры — размытые.

Таким образом мы видим в зрительную трубу постепенный переход от освещенной части серпа к темной поверхности Венеры. Этим мы наблюдаем, собственно говоря, *сумерки на Венере*.

Особенно же интересно наблюдать так называемые „*рога Венеры*", когда Венера кажется очень узким серпом, обнимающим черный шар больше чем на половину. В это время бывает иногда видна и остальная часть поверхности Венеры, освещенная слабым матовым блеском. Это — *пепельный свет Венеры*.

„*Рога Венеры*" и „*пепельный свет Венеры*" объясняются внутренним отражением плотной атмосферы, которая имеется на Венере.

При своем движении вокруг Солнца Венера, так же как и Меркурий, может проходить по диску Солнца. Только эти прохождения Венеры бывают значительно реже, чем прохождения Меркурия (см. гл. IV).

Устройство поверхности Венеры. Несмотря на то, что Венеру, благодаря ее яркости, легко найти на небе почти во всякое время, — на ней самой можно разглядеть лишь очень немного.

На краях серпа Венеры видны иногда белые пятна. Эти белые пятна (см. рис. 55), вероятно, полярные льды на поверхности Венеры. Пятна эти имеют сходство с полярными льдами Марса и показывают положение оси Венеры. Оказывается, что ось Венеры почти перпендикулярна к орбите Венеры.

Затем видны иногда зазубрины на „рогах Венеры" и на внутренней границе фаз Венеры. Из этих наблюдений вывели заключение, что поверхность Венеры вообще весьма гориста и что некоторые горы на Венере очень высоки. Однако, более точных доказательств существования гор на Венере еще нет.

Такой опытный наблюдатель, как Скиапарелли, и тот не смог увидеть на Венере многого. Рис. 55 показывает как раз те немногие полосы, пятна и полярные льды на Венере, которые зарисовал Скиапарелли на основании своих многолетних наблюдений Венеры. Вот то немногое, что видно на поверхности Венеры. Большего мы не можем рассмотреть на поверхности Венеры, так как очень густая атмосфера ее не пропускает наши лучи зрения до ее поверхности.

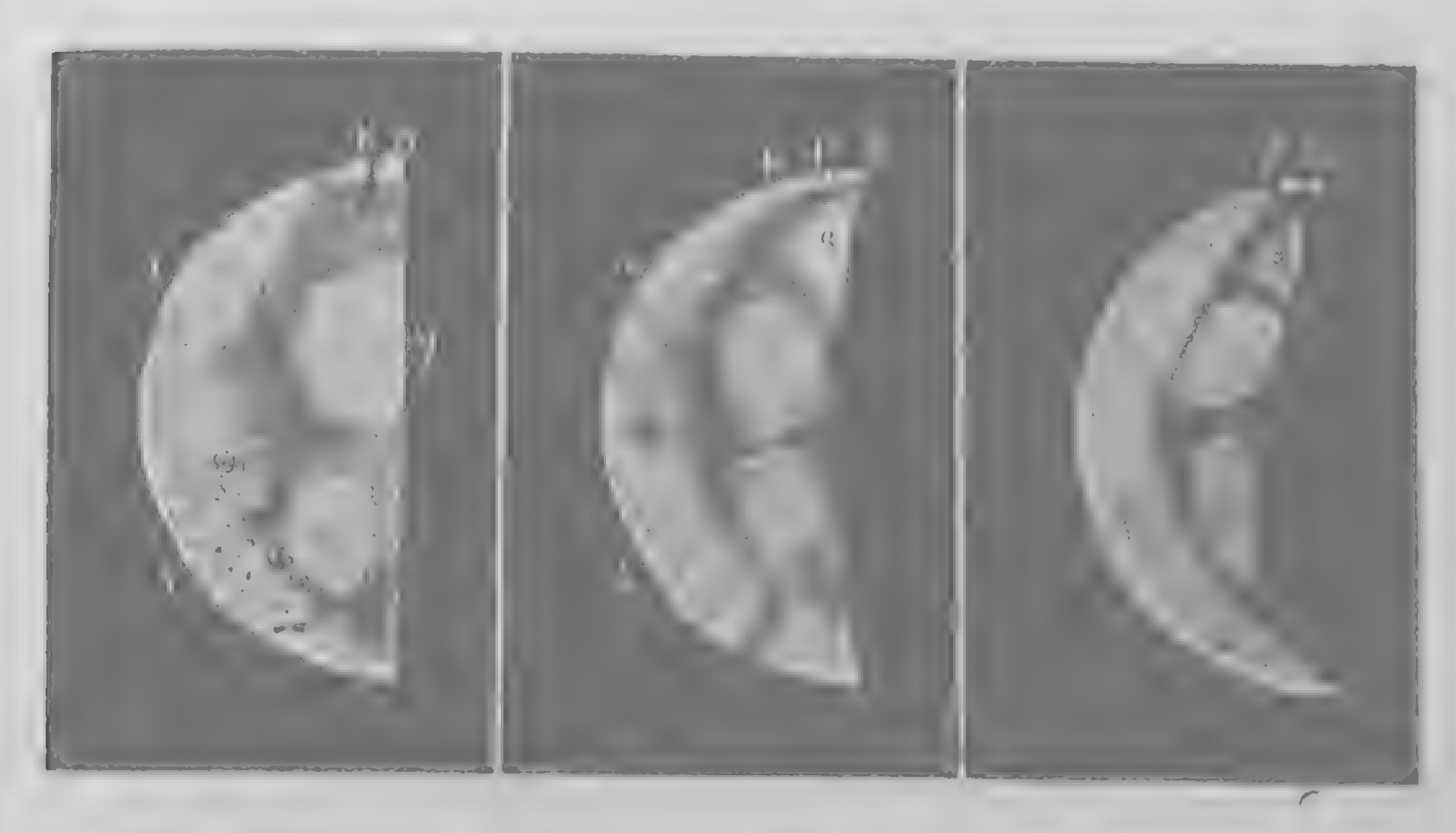


Рис. 55. Поверхность Венеры по наблюдениям Скиапарелли.

Жизнь на Венере. Атмосферу на Венере открыл раньше всех наш знаменитый академик — *М. В. Ломоносов.* Он наблюдал прохождение Венеры по диску Солнца 26 мая 1761 г. и заметил, что, когда Венера уже несколько больше чем наполовину стояла перед солнечным диском, ее наружный край казался окруженным световым кольцом, которое снаружи делалось все слабее. Это световое кольцо вокруг Венеры получается вследствие преломления лучей света атмосферой Венеры, которое значительно сильнее преломления лучей в земной атмосфере.

Об этом своем открытии М. В. Ломоносов доложил Академии наук так: „По сим примечаниям господин советник Ломоносов рассуждает, что планета Венера окру-

жена знатною воздушной атмосферой таковою (лишь бы не большею), какова обливается около нашего шара земного".

Теперь существование атмосферы на Венере доказывается при помощи спектрального анализа. Спектр Венеры вполне определенно указывает на большое количество водяных паров в атмосфере Венеры.

Таким образом на Венере имеются богатая водяными парами атмосфера, солнечный свет и тепло. Смена дня и ночи и времен года на Венере происходит почти так же, как на Земле: все это говорит о том, что на Венере возможна органическая жизнь. Парниковые условия жизни, которые должны быть на Венере вследствие более плотной атмосферы ее и большего тепла, получаемого от Солнца, указывают нам на то, что органическая жизнь на Венере должна находиться в более низкой стадии развития, чем на Земле.

Марс. Ни одно небесное светило после Солнца и Луны не привлекает к себе внимания людей так, как планета Марс.

Кроваво-красный цвет этой планеты, резкие изменения ее яркости,—планета кажется горящей подобно порывистому пламени, она напоминает собою огонь,—стремительные и странные движения ее среди неподвижных звезд—все это раньше приводило в ужас человека.

Имя этой планеты на всех древних языках означает „красный—палящий". Эта планета всегда служила олицетворением страшного бога войны—Марса.

Вслед за ужасом у людей появилось сперва дерзкое любопытство, а затем и стремление познать это странное светило.

С изобретением зрительной трубы в начале XVII века стали наблюдать и устройство поверхности Марса. По движению видимых пятен на поверхности Марса определили время вращения Марса вокруг оси, и теперь мы его знаем с точностью до одной секунды. Марс в 24 часа 37 минут и 23 секунды поворачивается вокруг своей оси. Таким образом продолжительность дня и ночи на Марсе почти такая же, как и на Земле: сутки на Марсе превышают земные всего только немного больше чем на полчаса.

Наклон оси вращения Марса несколько меньше, чем у Земли. У Земли он равен 66 градусам 33 минутам, а у Марса — 65 градусам и 8 минутам. Но эта разница почти незаметна, так что времена года и климатические пояса на Марсе очень сходны с земными, разница будет только в продолжительности времен года.

Земля делает полный оборот вокруг Солнца в 365 суток, а Марс — в 687 суток, поэтому времена года на Марсе тянутся почти вдвое дольше, чем на Земле.

Главное же различие между Марсом и Землей заключается в незначительности его объема: Марс — как бы уменьшенный земной шар (см. рис. 53). Диаметр Марса равняется 6 800 километрам, т. е. почти вдвое меньше земного. Отсюда поверхность Марса составляет всего около 1/4 поверхности Земли, а объем — только 1/7 объема Земли.

По движению спутников Марса определили его вес (массу), а отсюда нашли и плотность Марса. Оказалось, что Марс состоит из вещества, в общем немного менее плотного, чем наша Земля. Так как величина Марса значительно меньше земной, то сила тяжести на Марсе меньше, чем на Земле: гиря в один килограмм на Марсе будет весом около 400 граммов.

Большую часть физического труда человек затрачивает для преодоления силы тяжести. На Марсе, где сила тяжести меньше, этот физический труд значительно легче, и человек в состоянии при той же затрате силы и при той же утомляемости сделать в три раза больше, чем на Земле. Скорость падающих тел на Марсе значительно меньше, чем на Земле, поэтому Марс — мир плавных, медленных движений.

Великое противостояние Марса. Земля и Марс двигаются вокруг Солнца с запада на восток, находясь в среднем на расстоянии от Солнца: Земля — 150 миллионов *км*, а Марс — 228 миллионов *км*. При этом, однако, Солнце не находится в центре их путей, а немного в сторону от центра.

Вследствие этого, при движении Земли и Марса вокруг Солнца расстояние от Земли до Марса бывает различно: самое большее — равно 396 миллионам *км*, а самое меньшее — 55 миллионам *км* (см. рис. 56).

Земля делает полный оборот вокруг Солнца в 365 су-

ток, а Марс — в 687 суток. Поэтому от сочетания этих движений Земли и Марса происходит то, что Марс становится против Солнца позади Земли через каждые два года, или — точнее — через каждые 26 месяцев.

Такие положения Марса называются *противостояниями Марса*. Во время этих противостояний Марс находится

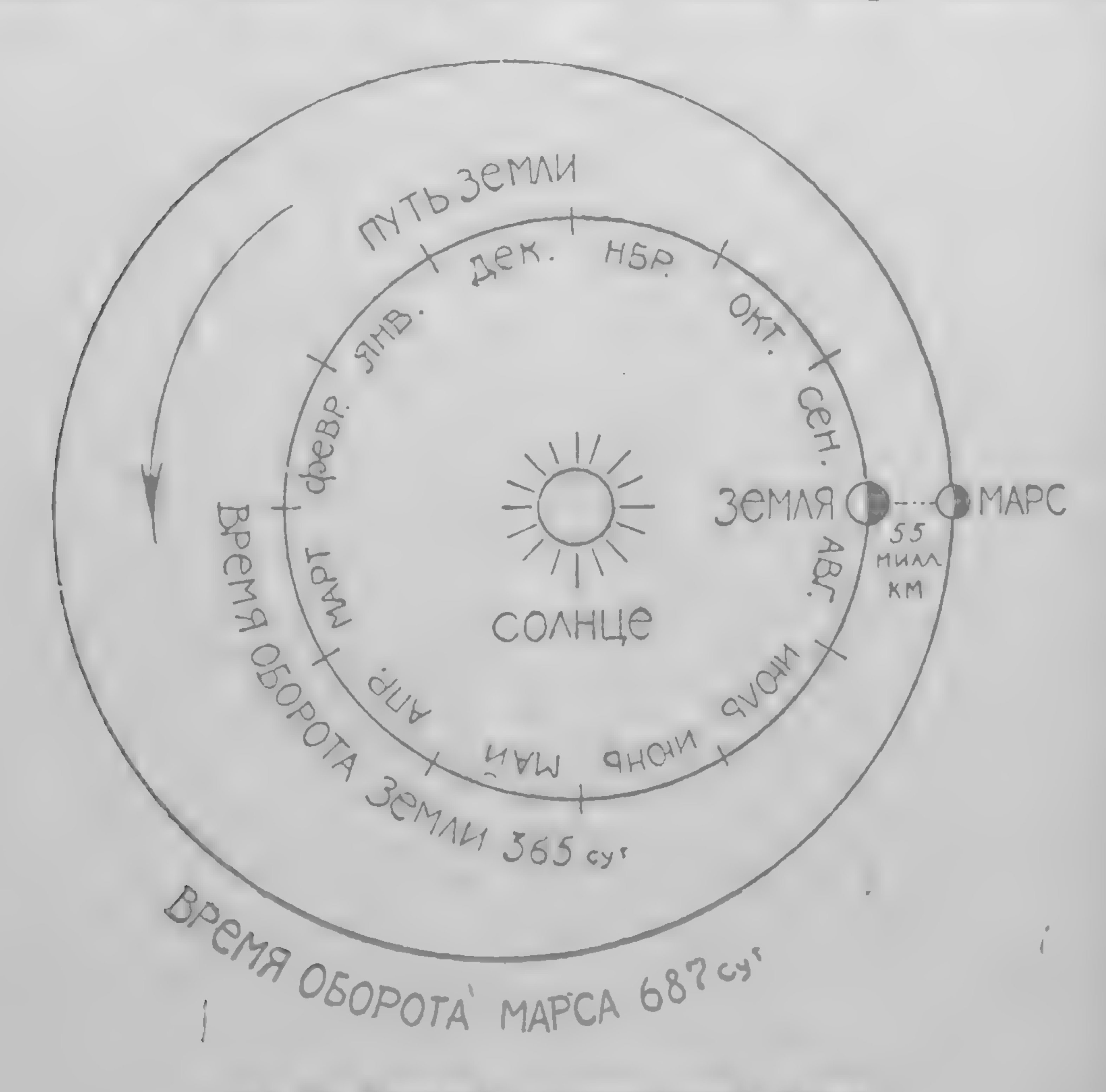


Рис. 56. Великое противостояние Марса.

в кратчайшем расстоянии от Земли в данный его оборот вокруг Солнца.

Но так как Солнце не находится в центре путей Земли и Марса, то расстояния, на какие приближается к Земле Марс во время своих противостояний, бывают различны. А именно они колеблются от 100 миллионов км до 55 миллионов *км*. Другими словами, бывают такие благоприятные противостояния Марса, когда его крат-

чайшее расстояние до Земли достигает своей самой наименьшей величины.

Такие случаи бывают в той части земного пути, которая расположена ближе всего к пути Марса. Эту часть своего пути Земля проходит в августе (см. рис. 56). Поэтому, если противостояние Марса, которое бывает через 26 месяцев, случится около августа, то оно будет наиболее благоприятным для наблюдений. Такие противостояния называются *великими противостояниями Марса.*

Великие противостояния Марса повторяются в среднем через каждые 15 лет. В великое противостояние 23 августа 1924 г. Марс был на расстоянии 55 миллионов *км*, а в ближайшее великое противостояние 23 июля 1939 г. Марс будет на расстоянии 58 миллионов *км* от Земли.

Само собой понятно, что лучшая видимость устройства поверхности Марса будет при наименьшем расстоянии до него от Земли. Поэтому все главнейшие исследования и все научные открытия, относящиеся к Марсу, были сделаны во время его великих противостояний.

В великое противостояние Марса в 1877 г. были открыты астрономом Скиапарелли *каналы* на поверхности Марса, а астрономом *А. Холлем* — два спутника Марса: *Страх* и *Трепет*. Эти спутники настолько малы, что диаметр каждого не превосходит 16 *км*, и они настолько близко двигаются вокруг Марса, что видны только в очень большие телескопы. Это — самые маленькие тела нашей солнечной системы. Особенность их еще заключается в том, что Трепет двигается вокруг Марса в 8 часов, т. е. скорее, чем Марс вращается вокруг своей оси.

Исследования Скиапарелли. Скиапарелли на основании своих многолетних наблюдений на Миланской обсерватории составил карту Марса (см. рис. 57).

На этой карте мы видим полярные льды, темные пятна — моря, светлые пятна — суша, тонкие прямые линии, которыми соединяются моря, — каналы.

Скиапарелли назвал эти темные линии *каналами*, подразумевая под этим словом естественные протоки. На других языках и на русском слово „канал“ связывается с искусственностью сооружения, поэтому стали предполагать присутствие на Марсе живых существ.



Рис. 57. Карта Марса по наблюдениям Скиапарелли.

1909 1911 1924

Рис. 58. Изменения на поверхности Марса, происходившие в 1909, 1911 и 1924 гг. в области пролива Пандоры (наблюдения Антониади).

2 авг. 3 авг. 4 сент. 5 сент.

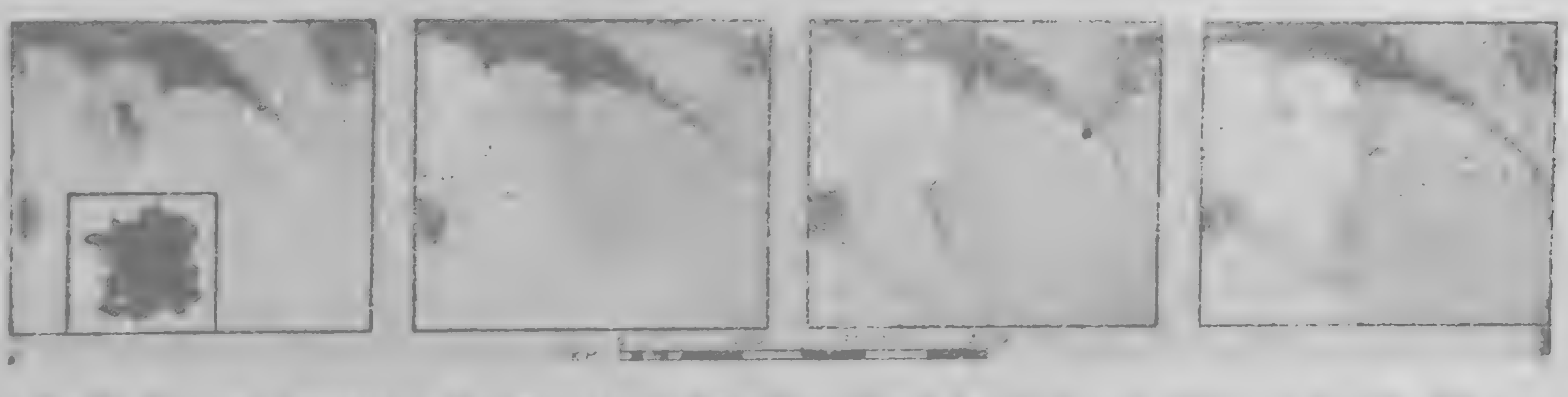


Рис. 59. Быстрые изменения, происходившие в атмосфере Марса 2 авг.—5 сент. 1924 г. в области Эфиопис и Аменфес (по наблюдениям Антониади). В левом квадратике для сравнения нарисована Франция

И хотя Скиапарелли совершенно не имел в виду и даже не касался вопроса об обитаемости Марса, он все же стал, если так можно выразиться, родоначальником „марсиан".

Не надо думать, что карта Марса видна сразу со всеми подробностями. Нет. Во-первых, полярные льды изменяют свои размеры в зависимости от времени года на Марсе. Каждое полярное пятно уменьшается с наступлением лета на данном полушарии Марса.

Во-вторых, каналы тоже видны не все сразу. Одновременно бывают видны только немногие каналы. Хотя расположение каналов на поверхности Марса остается неизменным, но видимость их, отчетливость и цвет изменяются в зависимости от таяния льдов и смены времен года на Марсе.

Замечательно, что каждый канал идет от одного темного пятна к другому и ни один из них не оканчивается среди суши. Каналы впадают либо в море, либо в озеро, либо в другой канал, а иногда в одном месте сходятся сразу несколько каналов.

Каналы идут совершенно прямолинейно, по кратчайшему расстоянию, но только ширина некоторых каналов бывает в различных местах различна. Иногда канал при своем впадении в море расширяется, образуя тогда залив или нечто в роде рукава земных рек.

Кроме того, Скиапарелли заметил, что изменения полярных льдов на Марсе весьма значительны: нередко они вовсе исчезают без всякого остатка. Как известно, на Земле этого никогда не случается. Это говорит нам, что полярные льды на Марсе обладают меньшей мощностью, чем полярные льды на Земле.

Во время таяния полярных льдов на Марсе наблюдается темная кайма, окружающая льды и перемещающаяся по мере уменьшения льдов.

Удвоение некоторых каналов, которое открыл Скиапарелли, состоит в том, что иногда рядом с существующим каналом появляется, главным образом, около времени весеннего равноденствия, т. е. около начала таяния льдов, новый, параллельно идущий канал. Ко времени же летнего солнцестояния этот второй канал исчезает.

Ничего подобного мы на Земле не имеем. „Все это заставляет предполагать, — как пишет Скиапарелли, —

что это явление свойственно специально поверхности Марса и, возможно, зависит от смены его времен года".

Исследования Ловелла. Американец Ловелл построил в 1894 г. в пустыне, на высоте 2 200 метров над уровнем моря, около местечка Флагстаф штата Аризона в Сев. Америке, специальную обсерваторию для наблюдения Марса. На этой обсерватории вот уже более чем 30 лет ведутся непрерывные наблюдения планет и главным образом Марса. Вследствие крайне сухого климата, более подходящего к климату Марса, и ясного чистого неба — Ловелловская обсерватория имеет чрезвычайно благоприятные условия для наблюдения Марса.

Главная заслуга Ловелла и сотрудников его обсерватории состоит в систематическом исследовании изменений на поверхности Марса, в особенности каналов, в связи со сменой времен года. Ловелл нашел, что потемнение каналов является следствием таяния полярных снегов Марса. Наименьшая видимость каналов соответствует весне, а после летнего солнцестояния каналы видны отчетливо. Потемнение каналов распространяется от полюсов к экватору Марса со скоростью 82 километров в сутки. Эта поразительная закономерность изменений каналов, связь ее с временами года, открытие все новых каналов, показывающих, что постройка их продолжается,— все это заставило Ловелла высказать предположение, что сеть каналов на Марсе есть искусственное гидротехническое сооружение, предназначенное для орошения всей планеты.

Ловелл открыл 437 каналов, в то время как Скиапарелли — лишь 113. Скиапарелли не решился приписать образование каналов разумным существам, Ловелл же твердо убежден, что их построили жители Марса.

Ловелл наблюдал раздвоение каналов и открыл некоторую закономерность в их расположении. А именно: удвоение каналов есть реальное явление, так как двойные каналы появляются только в светлых, т.-е. пустынных местах поверхности Марса. Кроме того, двойные каналы наблюдаются только в жарком поясе.

Ловелл считает, что двойные каналы — всегда двойные, но только не всегда оба рукава их действуют, поэтому не всегда они видимы. Появление и исчезновение двой-

ных каналов объясняется включением их в оросительную сеть или выключением их из этой сети, в зависимости от необходимости пропустить через систему большее или меньшее количество воды.

Присутствие каналов, обнаруженное Ловеллом в темных пятнах, в так называемых морях Марса, доказывает, что эти моря Марса не есть моря в земном смысле, т. е. большие водоемы, а представляют собой лишь большие пространства, покрытые растительностью.

Исследования Антониади. Антониади, астроном Медонской обсерватории близ Парижа, наблюдает Марс в течение уже почти 20 лет на 33-дюймовом телескопе и принадлежит к числу ярых противников существования каналов Марса. Уже в прошлое противостояние 1909 г. он написал про канал Марса категорически: „эти геометрические паутины не существуют“.

По описанию Антониади, каналы на Марсе представляют собой или узкие черные извилистые полосы, или короткие полоски, или группу пятен, извилин, узлов, или края слабо светящихся мест, или даже отдельно стоящие озера. Двойных каналов Антониади не видел и существование их он отрицает.

Хотя некоторые выводы Антониади и были подтверждены наблюдениями других астрономов, однако вопрос о существовании каналов Марса остается до сего времени открытым, так как фотографическая пластинка, не знающая иллюзий, запечатлевала уже не раз некоторые из каналов, виденных Ловеллом.

Кроме того, в последнее великое противостояние Марса в 1924 г. Антониади, хотя опять категорически утверждал, что „непрерывной сети тонких линий на Марсе не существует“, но уже сделал оговорку: „*Каналы Скиапарелли—устойчивы, так как основаны на некоторой реальности*“.

Сравнивая свои наблюдения в 1924 г. с наблюдениями в 1909 и 1911 гг., Антониади заметил некоторые существенные изменения на самой поверхности Марса. Например, рис. 58 показывает эти изменения в области пролива Пандоры на Марсе. На этом рисунке мы видим, что эта область была отчетливо видна в 1909 г., в 1911 г. совершенно не видна, а с 1924 г. снова начинает опять показываться. Эти изменения принадлежат самой по-

верхности Марса и занимают по размерам площадь большую, чем вся Франция.

Наконец Антониади в 1924 г. заметил быстрые изменения, происходившие со 2 августа по 5 сентября 1924 г. в областях Ефиопис и Аменфес (см. рис. 59). Эти изменения уже не принадлежат самой поверхности Марса, а обусловливаются передвижением облачных масс, захвативших пространство значительно большее, чем Франция. Скорость передвижения их была очень велика. Это, наверное, была песчаная буря, пронесшаяся на Марсе в областях Ефиопис и Аменфес.

Неоднократно Антониади, Ловелл и другие астрономы наблюдали передвижение значительных облачных масс на Марсе. Эти массы были иногда похожи на наши земные туманы, дождевые облака, а так как воды на Марсе очень мало, то эти облачные массы, повидимому, представляют собой громадные песчаные бури, несущиеся по поверхности Марса с огромной скоростью.

Одним словом, наблюдения Марса во время последнего его великого противостояния в 1924 г. убедили даже такого противника каналов, как Антониади, что Марс является полным подобием Земли, конечно — только с некоторыми особенностями, вызванными другими климатическими и метеорологическими условиями.

Атмосфера Марса. Быстрые изменения, которые мы видим на Марсе и которые не могут быть отнесены к изменению его твердой поверхности, таяние полярных льдов, появление туманов и облаков на Марсе, песчаные бури — все это говорит о том, что у Марса имеется атмосфера.

Наблюдения спектра Марса доказывают присутствие в атмосфере Марса в достаточном количестве водяных паров и кислорода.

Таким образом атмосфера Марса, хотя и менее плотная, чем земная, содержит водяные пары и кислород, что дает возможность предполагать существование органической жизни на Марсе.

Другим необходимым условием жизни на Марсе является достаточное количество тепла на его поверхности.

Температура на поверхности Марса. В 1924 году *Кобленц* и *Лампланд* на обсерватории Ловелла опреде-

лили температуру Марса при помощи термоэлемента, который был поставлен в фокусе большого отражательного телескопа, направленного на Марс. Термоэлемент, как мы знаем из физики, дает электрический ток, зависящий от температуры спая этого термоэлемента. А последняя зависит от температуры исходящих от Марса лучей.

Таким образом, измеряя силу полученного тока в этом термоэлементе, Кобленц и Лампланд определили температуру светлых областей Марса около + 7°Ц., а для темных областей — около + 22°Ц. Отсюда средняя температура поверхности Марса будет около + 17°Ц, т. е. такая же почти, как на Земле. Этот результат в корне уничтожает мнение некоторых ученых о Марсе как о ледяной, безжизненной пустыне.

Жизнь на Марсе. Мы можем теперь сказать, что последние наблюдения Марса в 1924 г. положили конец представлению о Марсе как о безжизненном мире, погруженном в мертвящий холод. Марс — мир не менее живой, чем Земля. Он несет на себе растительную жизнь, изменяющуюся со сменой времен года. А раз есть растительная жизнь, то есть и животная жизнь. Все условия для этого там налицо — солнечный свет, тепло, такое же почти, как на Земле, вода и кислород.

Перед нами — другая Земля. Только на Земле суша занимает менее четверти всей поверхности, на Марсе же, наоборот, суша господствует над водяными бассейнами: пять восьмых поверхности Марса занято пустынями. Поверхность Марса необыкновенно ровная, почти совершенно лишенная гор.

На Марсе нет океанов. Все северное полушарие почти исключительно состоит из пустынь, и единственное большое море Марса омывает его южный полюс. Но и это море имеет пестрый вид, как будто суша просвечивает сквозь синюю воду, как будто здесь находятся песчаные отмели. Это позволяет заключить, что вода в морях не имеет большой глубины.

На Марсе нет океанов,—там нет ни одного моря, равного по величине нашему Балтийскому морю. Каналы же, вероятно, суть водные пути, поросшие растительностью для сохранения влаги и уменьшения усыхания. Каналы покрывают всю поверхность Марса. Ни одно из пространств суши не свободно от этих каналов.

По мере того как планета старится, запас воды на ее поверхности все уменьшается: моря высыхают, реки перестают течь, озера испаряются, и вода остается только в виде ледяного покрова около полюсов. Но, чтобы существовать, надо достать воду.

И вот на стареющей и умирающей от жажды планете, какой теперь является Марс, борьба за существование, повидимому, заставляет населяющие Марс живые существа разумно расходовать воду и после весеннего таяния полярных льдов пересылать ее равномерно по всей поверхности, для чего и служит эта система каналов.

Если есть на Марсе живые существа, то все усилия их направлены к тому, чтобы сберечь и использовать каждую каплю драгоценной воды. Только вдоль каналов возможна жизнь, а остальная, гораздо большая поверхность Марса, по всей вероятности, — песчаная пустыня, по которой лишь ветер гонит облака желтой пыли. Вот что мы можем предполагать теперь о жизни на Марсе.

ГЛАВА XV.

АСТЕРОИДЫ, ЮПИТЕР, САТУРН, УРАН И НЕПТУН.

Астероиды. Уже в XVII столетии астрономы вполне уверенно, на основании сопоставления расстояний от Солнца до планет, заявляли, что есть еще одна неоткрытая планета, двигающаяся между Марсом и Юпитером. В 1800 г. несколько германских астрономов разработали план для розысков ее, но прежде чем эта работа началась, итальянский астроном *Пиацци* 1 января 1801 г. открыл новую планету, двигающуюся между Марсом и Юпитером, и назвал ее *Церерой.*

Между тем вскоре оказалось, что между Марсом и Юпитером находится не одна планета, а движется целый рой небольших планет, названный впоследствии *астероидами*, что в переводе означает *звездоподобные*.

Второй астероид был открыт врачом *Ольберсом*, го[д] спустя после открытия первого, и назван *Палладой*. З[а]тем, в 1804 г. *Гардинг* открыл третий астероид—*Юно[ну]*. В 1807 г. *Ольберс* отыскал четвертый—*Весту*. Пос[ле] этого, в течение почти 40 лет, не было открыто ни одно[го] астероида, и только в 1845 г., после 15-летних поис[ков] любитель-астроном *Генке* открыл пятый астероид—*Астрею*. После этого, почти каждый год открывали [по] крайней мере по одному астероиду.

В 1891 г. астроном *Вольф* положил начало но[вой] эпохе в открытии астероидов при помощи фотограф[ии] и тогда стали открывать ежегодно по нескольку де[ся]ков астероидов. Таким образом, в настоящее время [из]вестно уже более тысячи астероидов.

Астероиды являются планетами-крошками, так м[алы] они по сравнению с большими планетами. Невооруж[ен]ным глазом они не видны. Наибольший из астероид[ов]

Церера — имеет диаметр всего только 770 *км*, Паллада — 490 *км*, Веста — 390 *км*, а Юнона — 190 *км*. Очень немного астероидов, диаметр которых превосходит 100 *км*, а огромное большинство не превышает в диаметре и 8 *км*. Они все отвердели и не имеют атмосферы. На них нет органической жизни.

После открытия первых двух астероидов астрономы предполагали, что астероиды являются осколками одной большой планеты, которая разорвалась на куски вследствие взрыва. Если бы это было так на самом деле, то орбиты астероидов проходили бы через одну и ту же точку пространства, где находилась эта планета в момент взрыва. Но при изучении движения астероидов оказалось, что этого нет на самом деле.

Астероиды образовались не от взрыва одной планеты, а от несоединения в одну планету космической материи, находящейся между Марсом и Юпитером, вследствие возмущений, оказываемых Юпитером.

При изучении распределения этих крошек-планет в пространстве была открыта одна любопытная особенность. Они не располагаются, — как можно было бы предположить на основании теории вероятностей, — гуще по направлению к центру планетной системы и реже по краям, а наоборот, двигаются кучами: в некоторых местах их много, а в других — их совершенно нет.

Оказывается, что эти пробелы астероидов соответствуют как раз тем местам, для которых время обращения астероида и Юпитера вокруг Солнца находится в простом соизмеримом между собою отношении. А кучи или наибольшие скопления астероидов соответетствует как раз временам обращений, несоизмеримым со временем обращения Юпитера.

Само собой понятно, что при образовании нашей планетной системы астероиды не могли сразу сгруппироваться так, на первый взгляд, искусственно. Только возмущения Юпитера распределили их таким образом. Юпитер — этот могучий великан нашей планетной системы — своим притяжением согнал астероиды в кучу и вышвырнул некоторые из них с тех мест вселенной, где они раньше находились.

Эрос. Интереснейшим из всех астероидов является *Эрос*, открытый в 1898 г. Эрос может подходить к Земле

вдвое ближе, чем Марс, и этим дает возможность более точно определить расстояние Земли от Солнца — эту основную астрономическую единицу для измерения расстояний во вселенной.

К сожалению, эти благоприятные противостояния Эроса случаются очень редко: один раз за 30 лет. Во время таких приближений Эроса к Земле его наблюдают на всех обсерваториях земного шара. В 1931 г. Эрос приблизится к Земле еще больше, а именно будет проходить от Земли на расстоянии 20 миллионов *км*, тогда астрономам удастся определить расстояние Земли от Солнца еще с большей точностью (см. гл. IV).

В 1911 г. открыт астероид *Альберт*, который по своему движению отчасти походит на Эроса. Альберт также пересекает плоскость орбиты Марса, подходит к Земле ближе, чем Марс, но удаляется от Земли на расстояние немного меньше, чем Юпитер. Поэтому возмущения, которым подвергается Альберт во время своего движения, очень значительны.

В октябре 1924 г. германский астроном *Бааде* открыл еще один астероид, двигающийся подобно Альберту.

Этот астероид также очень приближается к Земле, но удаляется от Земли почти до орбиты Юпитера. Кроме этих трех астероидов, также представляют интерес астероиды *Ахиллес*, *Патрокл*, *Гектор* и *Нестор*, которые при своем движении заходят за орбиту Юпитера.

Юпитер. Самая необузданная фантазия не преобразила бы ту светлую точку, какою представляется Юпитер невооруженному глазу, в громаднейшую планету, превосходящую своим объемом Землю в 1 300 раз (см. рис. 69). Юпитер так велик, что, если бы исчезло внезапно Солнце, то он занял бы в нашей планетной системе первое место: наша Земля стала бы двигаться вокруг него совершенно так же, как она движется теперь вокруг Солнца.

Юпитер после Солнца—самое большое небесное тело во всей солнечной системе. Объем Юпитера в три раза больше всех других планет, вместе взятых. Масса Солнца, как известно, очень велика. Масса Юпитера тоже очень большая, — она составляет почти одну тысячную массы Солнца.

Невооруженному глазу Юпитер кажется яркой звездой, сияющей ровным, спокойным, без мерцания, блеском

светло-желтого цвета. Юпитер так ярок, что его можно видеть иногда и днем вскоре после восхода Солнца или незадолго до захода Солнца. В небольшую трубу или даже в простой бинокль Юпитер представляется довольно значительным кружком, слегка приплюснутым.

Среднее расстояние Юпитера от Солнца составляет 778 миллионов *км*, а расстояние его от Земли изменяется от 578 до 960 миллионов *км*. В зависимости от изменения этого расстояния до Земли мы видим Юпитера то большим кружком, то меньшим.

Противостояния Юпитера, т. е. такие его положения, когда он становится против Солнца, а Земля занимает промежуточное положение между Юпитером и Солнцем (тогда Юпитер особенно удобен для наблюдения), бывают каждый год на один месяц позже, чем в предыдущем году. Полный же оборот вокруг Солнца Юпитер совершает в 4 333 земных суток, т. е. почти в 12 лет. Так долго длится год на Юпитере — 12 наших лет, а месяц равняется целому нашему году.



Рис. 60. Юпитер и Земля.

Но сутки на Юпитере очень коротки, они продолжаются всего только 9 часов 55 мин. Вращение Юпитера вокруг оси совершается, следовательно, так быстро, что астроном может в течение одной зимней ночи увидеть все части поверхности этой планеты. Быстрым вращением Юпитера также объясняется то, что сразу бросается в глаза при рассматривании его в трубу, это — сжатие Юпитера. Оно равно $^1/_{16}$, иными словами, — ось вращения Юпитера на $^1/_{16}$ короче экваториального диаметра.

Вторая особенность, которая бросается в глаза при рассматривании Юпитера в трубу, — та, что диск Юпитера не весь одинаково яркий: к краям он постепенно

темнеет. Это уменьшение яркости к краям диска Юпитера происходит от того, что Юпитер окружен густой атмосферой, содержащей много водяных паров.

Физическое строение Юпитера. В зрительную трубу, с отверстием в 75—100 *мм*, отчетливо видны на Юпитере волнистые полосы, красно-бурого цвета, идущие параллельно экватору. Они были открыты *Гюйгенсом* еще 270 лет тому назад.

С усовершенствованием оптических инструментов заметили, что среди этих полос виден ряд белых пятен, сильно изменяющихся по своей форме не только из месяца в месяц, но даже в течение одного вечера. Эти белые пятна представляют собою образования, похожие на наши кучевые облака.

Поверхность Юпитера сильно отличается от поверхности Марса: на поверхности Юпитера мы не находим каких-либо постоянных очертаний. Для Марса можно составлять карты устройства его поверхности и даже через несколько лет убеждаться в том, что на поверхности его не произошло изменений, между тем как для Юпитера, в лучшем случае, можно дать лишь рисунок для одного определенного дня наблюдения.

Однако, все же есть на поверхности Юпитера некоторые образования, которые можно наблюдать многие годы. Например, — красное пятно, которое появилось в 1872 г. как раз около южной экваториальной полосы. По величине своей пятно это громадное, оно больше Земли. Сначала оно было розоватого цвета. Затем сделалось ярко-красным, и его можно было тогда наблюдать даже в небольшие зрительные трубы.

С этих пор оно стало известно, как *„большое красное пятно"*. С 1902 г. это красное пятно стало бледнеть с каждым годом. В настоящее время оно плохо заметно; вещество, из которого оно состоит, повидимому, осело обратно и скрывается под парами, окружающими поверхность Юпитера (см. рис. 60).

Быстрое изменение пятен и полос на поверхности Юпитера указывает на то, что на Юпитере все бушует, все клокочет. Вода еще только начинает отделяться от суши, и только что начинают образовываться материки. Конечно, при таких условиях органическая жизнь на

Юпитере невозможна, разве только в зачаточном состоянии и то местами.

Это предположение подтверждается плотностью Юпитера, найденной из наблюдений величины Юпитера и движения его спутников. Оказывается, что Юпитер еще находится в жидком состоянии, так как его плотность составляет всего только $^{1}/_{4}$ плотности Земли.

Земля же плотнее воды всего в $5^{1}/_{2}$ раз. Отсюда получается, что Юпитер приблизительно только на $^{1}/_{3}$ плотнее воды, т. е. плотность его равна плотности соляного раствора.

Более внимательное наблюдение над движением облачных масс на Юпитере показывает, что Юпитер вращается так же, как Солнце, т. е. его экваториальные области вращаются быстрее, чем части, лежащие дальше от экватора. Экваториальный пояс Юпитера совершает оборот вокруг оси в 9 часов 50 минут, тогда как точки в средних его широтах вращаются в 9 часов 55 минут.

Это различие в скоростях движения различных частей поверхности Юпитера подтверждает, что Юпитер еще находится в жидком состоянии.

Сходство законов вращения Юпитера и Солнца иногда наводило астрономов на мысль, что поверхность Юпитера очень горяча и что Юпитер, хотя бы отчасти, самосветящееся тело. Однако, спутники Юпитера отбрасывают на его поверхность совершенно черные тени (см. рис. 61), а когда спутники входят в тень от Юпитера, то они делаются совершенно невидимыми.

Если бы Юпитер был самосветящимся телом, то такие явления не наблюдались бы: он освещал бы этих спутников. Во время затмения спутников они были бы нам видны, а при прохождении спутников перед диском Юпитера мы видели бы только черный диск спутника без тени.

Атмосфера Юпитера очень плотная и содержит много водяных паров. Спектроскопические исследования этой замечательной планеты показали, что в спектре Юпитера значительно усилены линии водяных паров, а в красной части спектра замечается широкая линия одного газа, присутствие которого на Земле до настоящего времени еще не обнаружено.

Этот неизвестный на Земле газ, находящийся в атмосфере Юпитера, наблюдается также в атмосферах Сатурна, Урана и Нептуна, и даже в большей мере, чем на Юпитере. Отсюда можно заключить, что Юпитер и остальные внешние планеты значительно отличаются по составу своих газообразных оболочек (атмосфер) от внутренних планет.



Рис. 61. Прохождение I и II спутников перед диском Юпитера 6 октября 1916 г. II спутник и его тень видны на диске Юпитера, I же спутник только подходит к диску Юпитера, а тень от него уже падает на поверхность Юпитера.

Спутники Юпитера. Еще в 1610 г. *знаменитый Галилей* приглашал противников учения Коперника посмотреть в зрительную трубу на Юпитера, чтобы увидеть образец нашей планетной системы и воочию убедиться в справедливости учения Коперника.

Действительно, у Юпитера имеется 9 спутников. Четыре из них открыты еще Галилеем 300 лет тому назад при изобретении им зрительной трубы. Они имеют названия: *Ио*, *Европа*, *Ганимед*, *Каллисто*. Названия эти однако к ним не привились, и их обозначают просто номерами: I, II, III и IV.

Эти спутники видны в самые малые трубы, даже в простые театральные бинокли. Обязательно посмотрите на Юпитера, хотя бы в бинокль, и вы увидите чудесную картину — новый мир, новый уголок мироздания: большое блестящее, как Солнце, светило, вокруг которого стройно двигаются его спутники. Мы видим, как эти спутники прячутся за Юпитера, как они проходят меж-

него, бросая тень от себя на поверхность Юпитера (см. рис. 61).

По наблюдениям затмения этих спутников Юпитера датскому астроному *Ремеру* в 1675 г. удалось найти, что свет не распространяется мгновенно, а имеет скорость в 300 000 километров в секунду.

Эти спутники Юпитера сравнительно очень велики: I и II — каждый с нашу Луну, III — немного меньше Марса, но больше Меркурия, IV — тоже больше, чем Меркурий. Они движутся вокруг Юпитера очень быстро. I — почти в 2 суток делает полный оборот вокруг Юпитера, II — в 3 суток, III — в 7 суток, а IV обращается в 17 суток.

Если на самом Юпитере еще невозможна органическая жизнь, то на этих его спутниках, из которых один величиною почти с Марс, эта жизнь, наверное, возможна.

В 1892 г. астроном *Барнар*, в Ликовской обсерватории в Калифорнии (С. Америка), открыл пятого спутника Юпитера, который виден только в самые сильные телескопы. Он очень мал — диаметр его всего только 160 *км*. Это самый близкий к Юпитеру спутник. Он двигается вокруг Юпитера очень быстро — в течение 11 часов делает полный оборот.

В 1905 г. опять в Ликовской обсерватории открыли еще двух спутников — шестого и седьмого, у которых время оборота вокруг Юпитера равно 270 и 280 суткам. В 1908 г. в Гринвичской обсерватории открыли восьмого спутника, обращающегося вокруг Юпитера в 2½ года. Наконец, в 1914 г. в Ликовской обсерватории открыли девятого спутника, совершающего полный оборот вокруг Юпитера в 3 года.

Последние четыре спутника: VI, VII, VIII и IX не видны в телескоп, так они малы. Они могут быть наблюдаемы только при помощи фотографии.

Эти новые спутники Юпитера находятся значительно дальше от Юпитера, чем первые пять: массы их очень малы, а движения их сильно отличаются от движения первых пяти спутников.

Все это указывает на то, что VI, VII, VIII и IX спутники имеют другое происхождение, чем первые пять. По всей вероятности, эти последние четыре спутника получились от захвата Юпитером некоторых астероидов или мимо проходящих комет.

Все спутники, кроме VIII и IX, двигаются вокруг Юпитера с запада на восток, т. е. против часовой стрелки, а VIII и IX — двигаются с востока а запад, т. е. по часовой стрелке.

Сатурн. Сатурн кажется нам звездой первой величины мертвенно-желтого цвета. Перемещение его между звездами совершается медленнее, чем движения красного Марса, блестящей Венеры, великана Юпитера и яркого Меркурия. Яркостью своею Сатурн не выделяется на небе среди звезд, как например Юпитер, Венера и Марс. Но, если вы найдете на небе Сатурна и будете его некоторое время наблюдать даже невооруженным глазом, то вы догадаетесь, что перед вами не звезда, а планета: ровный без мерцания блеск и медленные перемещения среди звезд.

Все это было замечено еще в глубокой древности; поэтому-то и назвали эту планету в честь бога смерти и покоя — Сатурном.

Впервые в зрительную трубу Сатурна наблюдал *Галилей* в 1610 г. Он был поражен, увидев, что Сатурн имеет совершенно другой вид, чем остальные планеты. Сатурн казался в трубу Галилея состоящим из трех кружков — одного большого и двух маленьких по краям.

Прошло после этого 30 лет — астроном-любитель *Гевелий* наблюдал Сатурна в зрительную трубу в виде светлого кружка, по краям которого стоят блестящие серпы. Прошло еще 15 лет — в это время *Гюйгенс* изготовил лучшую в то время зрительную трубу, дававшую увеличение уже в 100 раз. При помощи этого более сильного телескопа Гюйгенс в 1656 г. открыл, что Сатурн окружен плоским тонким кольцом, нигде не прикасающимся к самой планете.

Объем Сатурна в 830 раз больше объема Земли, а масса его только в 95 раз больше массы Земли (см. рис. 62). Поэтому плотность его составляет всего только $1/8$ плотности Земли, т. е. почти вдвое меньше плотности воды. Сатурн, подобно Юпитеру, в главной своей массе находится еще в жидком состоянии.

Другое сходство Сатурна и Юпитера заключается в их быстром вращении вокруг оси: Сатурн делает полный оборот вокруг своей оси с запада на восток в 10 часов 14 минут. Вследствие такого быстрого вращения

Сатурна сжатие его почти такое же, как у Юпитера. На поверхности Сатурна мы видим такие же облакообразные полосы, как и на Юпитере, только они менее резкие, чем полосы Юпитера. Сатурн окружен густой атмосферой, содержащей много водяных паров.

Сутки на Сатурне продолжаются всего только 10 ч. 14 м., в то время как год на Сатурне, т. е. время полного оборота Сатурна вокруг Солнца, длится очень долго, а именно $29^1/_2$ земных лет.

Сатурн находится на еще более ранней ступени развития, чем Юпитер. Без сомнения эволюция Сатурна еще не продвинулась настолько, чтобы на его поверхности получились какие-либо определенные очертания. Там не начали еще образовываться материки, а поэтому на Сатурне вряд ли могут существовать даже самые низшие формы органической жизни.



Рис. 62. Сатурн и Земля.

Кольцо Сатурна. Ни одно из небесных светил при рассматривании его в телескоп не производит такого чарующего впечатления, как Сатурн со своим кольцом: мы отчетливо видим, как тонкое широкое блестящее кольцо окружает светлый шар.

Радиус Сатурна — 62 тысячи *км*, радиус внутреннего края кольца — 121 тысяча *км*, а наружного края — 139 тысяч *км*, т. е. поперечник кольца почти что в 2 раза больше поперечника самой планеты. Толщина же кольца очень незначительна — всего только 50 *км*. Кольцо это непрозрачно, так как оно отбрасывает тень на планету, а эта последняя бросает тень на него (см. рис. 62).

Внимательно рассматривая кольцо Сатурна в телескоп, мы увидим, что оно состоит из двух колец, лежащих одно внутри другого в одной и той же плоскости и разделенных между собой черной щелью, названной по имени открывшего ее астронома, — щелью *Кассини*.

Внешнее из этих колец тоже делится на два кольца тонкой чертой, менее заметной, чем щель *Кассини*. Эта

вторая щель называется делением *Энке*, по имени открывшего ее астронома Энке.

Кроме этих двух щелей, в кольце Сатурна видны еще несколько более мелких делений, в особенности во внутреннем кольце (см. рис. 62).

Таким образом, кольцо Сатурна представляет собой систему нескольких колец, лежащих одно в другом и находящихся в одной и той же плоскости. Что касается внутреннего темного кольца, то оно постепенно слабеет

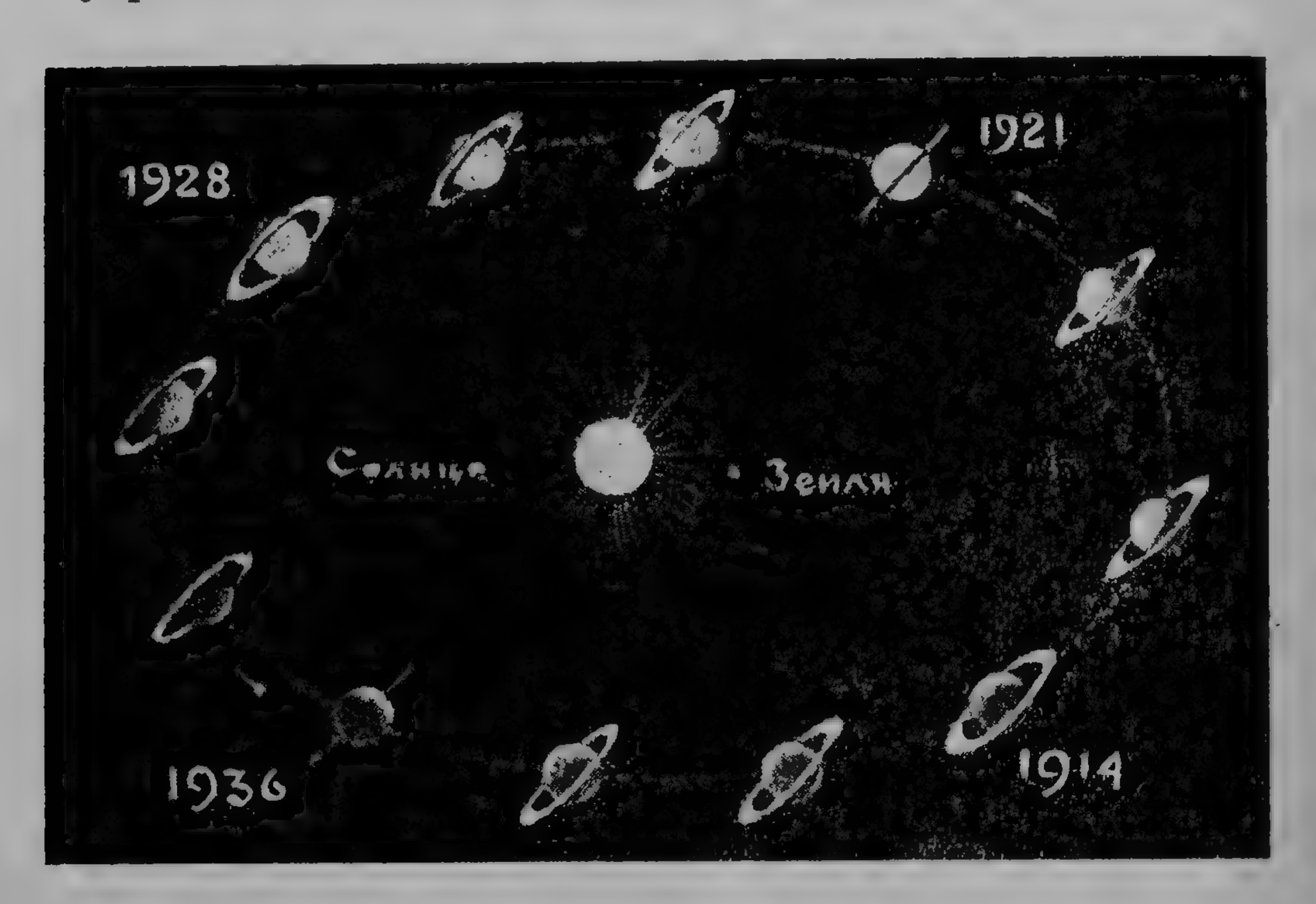


Рис. 63. Положение кольца Сатурна в пространстве при движении Сатурна вокруг Солнца.

к внутреннему своему краю и сходит на-нет, не достигая самой планеты.

Кольца Сатурна наклонены все время под одним и тем же углом, около 27 градусов, к плоскости движения Сатурна вокруг Солнца. Поэтому плоскость колец все время сохраняет в пространстве одно и то же направление (см. рис. 63).

Что же представляет собой эти кольца? В первую половину XIX века считали, что эти кольца твердые или жидкие. Они представляют собой массу, оторвав-

шуюся от планеты и не успевшую еще превратиться в спутника.

Но впоследствии, когда было установлено, что движение небесных тел происходит согласно тем же законам механики, которые наблюдаются на Земле, появился ряд вопросов: что же удерживает эти кольца вместе? Почему не образовалось из них до сих пор спутника? Почему не происходит столкновения планеты с внутренним кольцом?

Чтобы разрешить эти вопросы, была мобилизована вся наука. Крупнейшие ученые, знаменитые математики и астрономы взялись за решение этих вопросов, которые не мог разрешить телескоп. Одно время предполагали, что только жидкое кольцо могло бы избегнуть катастрофического столкновения с самой планетой и могло бы сохраниться в состоянии кольца долгое время. Но затем было доказано, что это предположение не верно.

Математические исследования последнего времени показали, что кольца Сатурна не могут быть неразрывно связанными телами, а наоборот, они состоят из мельчайших твердых частиц, двигающихся, как облако пыли, вокруг планеты. Скорость движения этих частиц кольца неодинакова: ближайшие к планете частицы движутся скорее, чем более удаленные. Но эти частицы настолько малы и так между собой скучены, что наши самые сильные телескопы не в состоянии их видеть отдельно.

Этот математический вывод был получен после многолетних исследований природы кольца Сатурна, но он еще не получал доказательств посредством наблюдений. И только в самое последнее время, при помощи спектроскопа, американскому астроному *Килеру* и пулковскому астроному академику *А. А. Белопольскому* удалось доказать справедливость такого решения поставленных вопросов. Оба эти ученые почти одновременно обнаружили, что спектральные линии кольца Сатурна изогнуты. Это как раз доказывает неодинаковую скорость движения частиц кольца Сатурна.

Внешние частицы кольца Сатурна движутся медленнее всего, к внутреннему же краю кольца скорость их постепенно возрастает и при этом так, что скорость любой точки кольца такая же, какую имел бы спутник Сатурна, находящийся на этом расстоянии от Сатурна.

Таким образом, кольца Сатурна состоят из бесчисленного множества мельчайших спутников, подобных астероидам, но только меньше их по размерам.

Их так много, и они настолько тесно скучены между собою, что мы их не можем вид ть отдельно друг от друга, подобно тому, как не видим отдельных частиц в облаке пыли.

Астроном *Рош* доказал, что приливные силы, возникающие от притяжения планеты, разрывают спутника планеты на мельчайшие части, если этот спутник двигается на расстоянии, меньшем, чем $2^1/_2$ радиуса этой планеты. Расстояние внешних частиц кольца Сатурна от центра самой планеты как раз меньше, чем $2^1/_2$ его радиуса. Поэтому кольца Сатурна и в дальнейшем не могут образовать одного большого спутника. Они произошли именно от разрыва бывшего спутника Сатурна или же оттого, что космическая материя не могла сгуститься в спутника на таком близком расстоянии от Сатурна.

Исчезновение кольца Сатурна. Два раза за время полного оборота Сатурна вокруг Солнца, т. е. за $29^1/_2$ лет, с Сатурном случается загадочное, на первый взгляд, явление исчезновения кольца. Оно, однако, легко может быт объяснено следующим образом.

Как нам известно, кольцо при движении Сатурна вокруг Солнца все время сохраняет один и тот же наклон к плоскости орбиты Сатурна (см. рис. 63).

Поэтому Солнце освещает, за время одной половины оборота Сатурна вокруг Солнца, северную (верхнюю) сторону кольца, а за следующую половину — южную (нижнюю) сторону кольца.

Таким образом, мы с Земли видим в течение 14 лет все время северную сторону кольца, а затем следующие 14 лет—южную сторону кольца Сатурна.

В промежутках же между этими двумя периодами (см. 1921 и 1936 гг. на рис. 63) в течение нескольких недель кольцо обращено к нам своим ребром. Тогда мы не видим ни верхней, ни нижней части кольца, а видим только ребро кольца. Но, так как толщина кольца Сатурна очень мала (50 *км*) по сравнению с расстоянием до Сатурна (1 426 миллионов *км*), то кольцо Сатурна в эти моменты исчезает, становится невидимым для

в хорошие зрительные трубы и едва видимым в самые сильные телескопы (см. рис. 64).

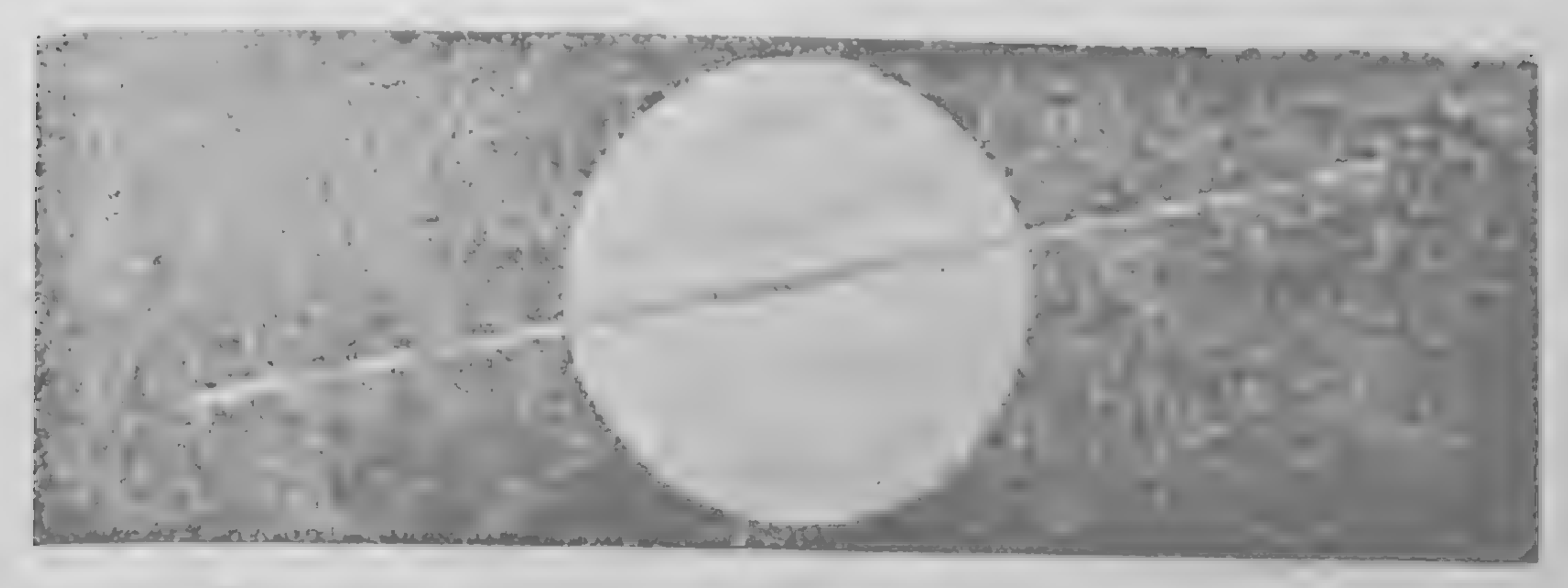


Рис. 64. Сатурн и его кольцо в 1921 г. по наблюдению в сильнейший телескоп.

Такое исчезновение кольца Сатурна было совсем недавно—в 1921 г. и будет в 1936 г.

На рис. 65 показано кольцо Сатурна в наилучшем для наблюдений положении, в котором Сатурн был в 1928 г.

Спутники Сатурна. Вскоре после открытия кольца Сатурна *Гюйгенс*, при дальнейших своих наблюдениях, обнаружил у Сатурна спутника, которого назвал Титаном.

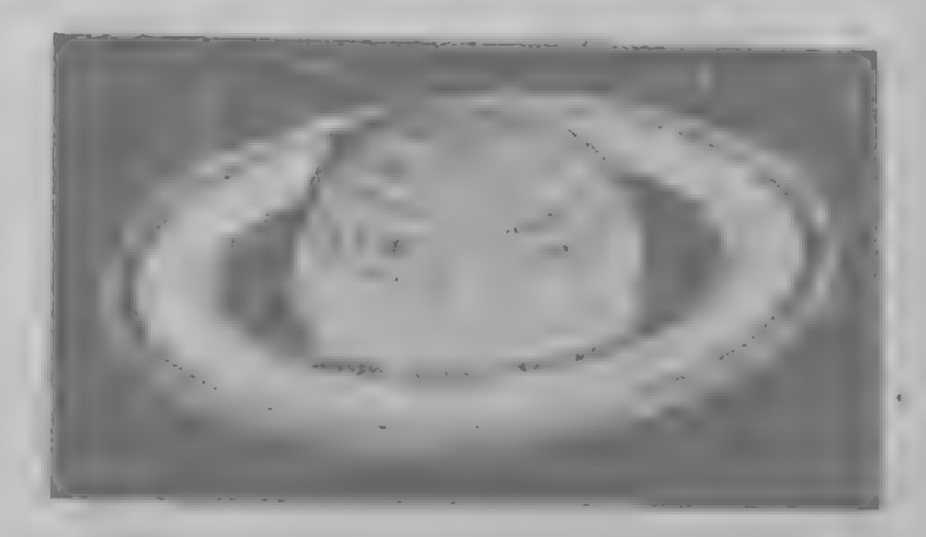


Рис. 65. Кольцо Сатурна в наилучшем для наблюдений положении в 1928 г

Не прошло и 30 лет после этого, как астроном *Кассини* открыл у Сатурна еще четырех спутников. Спустя столетие, когда построили более сильные телескопы, *Гершель* нашел двух ближайших к Сатурну спутников. Дальнейшее развитие техники дало возможность открыть еще трех спутников. В 1848 г. *Бонд* открыл спутника, названного Гиперионом, а спутники Феб и Фетида были найдены *Пикерингом* лишь при помощи фотографии — один в конце XIX века, а другой — в начале XX века. Итак, у Сатурна, кроме кольца, имеется еще 10 спутников.

На рис. 66 мы видим некоторое замечательное соотношение в группировке спутников Сатурна. Первые пять

образуют, повидимому, отдельную группу спутников сравнительно близко лежащих друг к другу и быстро двигающихся вокруг Сатурна. Первый спутник в 23 часа обходит Сатурн, а пятый в $4^1/_2$ суток. Затем идет про-бел, превосходящий по своей величине расстояние до самого далекого из этих пяти спутников. После этого идет вторая группа спутников: Титан, Фетида и Гипе-рион. Эта группа опять представляет собой близко ле-

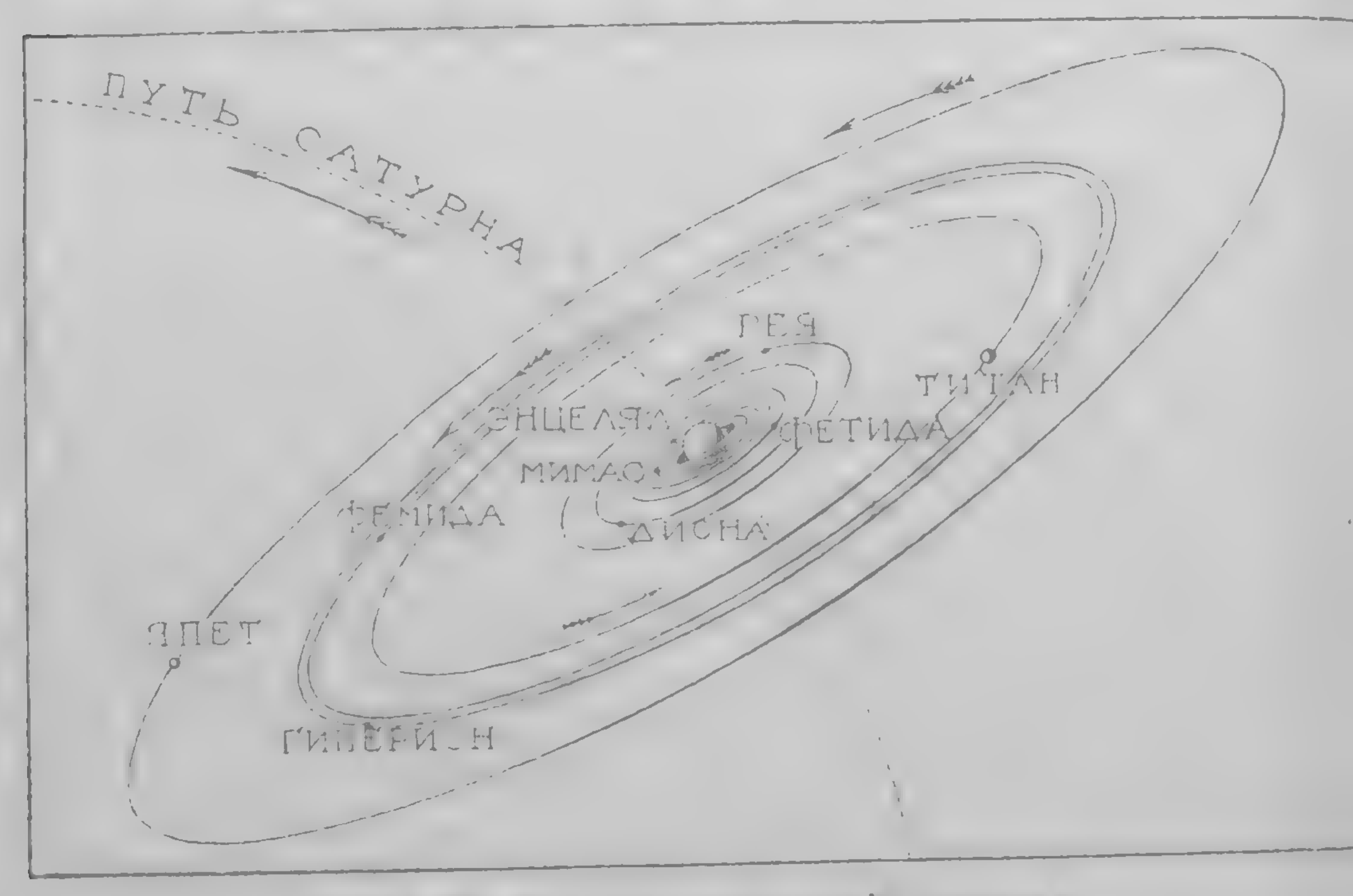


Рис. 66. Движение спутников Сатурна.

жащих друг к другу спутников, двигающихся почти одинаково вокруг Сатурна.

Дальше идет опять пробел—больший, чем рассто-ние до самого последнего спутника этой второй группы—Гипериона. Наконец, идет девятый спутник—Япет, дви-гающийся, как бы, особняком на расстоянии 64 радиуса Сатурна. Последний, десятый спутник—Феб, кото-движется тоже особняком на расстоянии 214 радиу-Сатурна, делая полный оборот вокруг Сатурна в $1^1/_2$ з-ных года, не помещен на этом рисунке из-за оч-большого расстояния его от Сатурна.

Щели в кольце Сатурна получились как раз в т-местах, где времена оборотов частиц кольца находя-

в точном соотношении со временами оборотов спутников Сатурна. Например, знаменитая щель Кассини находится как раз на том месте кольца Сатурна, где время обращения ровно в два раза меньше времени обращения вокруг Сатурна ближайшего его спутника—Мимаса.

Спутники Сатурна очень малы: самый большой из них Титан, он равен Меркурию, а Япет—нашей Луне.

Все спутники, за исключением самого далекого—Феба, двигаются вокруг Сатурна с запада на восток, а Феб двигается в обратном направлении— с востока на запад.

Вследствие взаимного притяжения частиц кольца Сатурна и его спутников все они двигаются почти в одной плоскости, за исключением самых отдаленных двух последних спутников Сатурна. Если бы солнечное притяжение не уравновешивалось этим взаимным притяжением спутников и частиц кольца Сатурна, то через несколько тысячелетий мы имели бы полный хаос внутри этой чудесной системы Сатурна, являющейся единственной в нашем мироздании.

Уран. В 1781 году любитель астрономии *Вильям Гершель* при детальном обзоре неба при помощи своего гигантского телескопа открыл седьмую планету—Уран.

Уран удален от Солнца на расстояние в 19 раз большее, чем Земля, т. е. расстояние до Урана составляет 2 869 миллионов *км*. Диаметр Урана в 4 раза больше земного, поэтому объем его в 64 раза больше объема Земли (см. рис. 67). Уран еще находится в жидком состоянии, так как его плотность составляет $1/4$ плотности Земли.

Невооруженному глазу Уран кажется звездочкой 6-й величины. Уран находится на таком большом от нас расстоянии, что только самые сильные телескопы дают нам возможность увидеть на поверхности Урана неясные полосы, подобные экваториальным полосам Юпитера и Сатурна.

В спектре Урана, кроме большого числа темных линий, заметили широкую темную полосу в красной части спектра, подобно такой же полосе в спектрах Юпитера и Сатурна. Уран окружен густой, плотной, содержащей много водяных паров атмосферой, сходной с атмосферами Юпитера и Сатурна.

По смещению спектральных линий Урана, астроном
Ловеллу удалось определить, что Уран вращается в
круг оси не с запада на восток, как все остальные пл
неты, а с востока на запад, и что время оборота его в
круг оси равняется 10 час. 45 мин. Опять мы имее
пример быстрого вращения планеты вокруг оси пр
очень медленном движении ее вокруг Солнца: толь
в 84 года Уран сделает полный оборот вокруг Солнц

Жизнь на Уране, если и во
можна, то только на самой н
чальной ступени развития, когд
вся органическая жизнь соср
доточена в море.

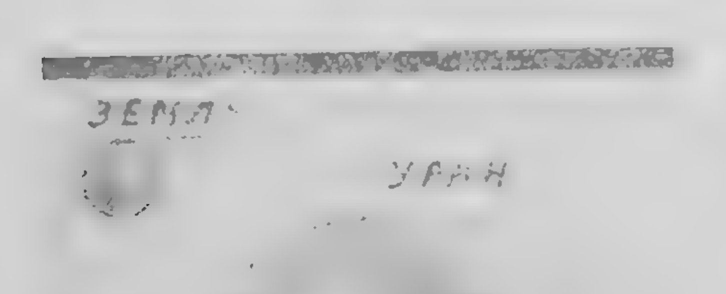


Рис. 67. Уран, Нептун и Земля.

У Урана имеются 4 спу
ника. Два из них открыты *Ге
шелем*, а два—*Ласселем*. Орбит
этих спутников наклонены п
прямым углом к плоскости дв
жения Урана. Эти спутники дв
гаются в обратном направлени
чем большинство спутников др
гих планет, т. е. с востока
запад. Они видны только в сам
сильные телескопы.

Нептун. Ночью 23 сентяб
1846 года была открыта, по ук
заниям математических выч
слений, восьмая планета, н
много большая, чем Уран (с
рис. 67). Она потом была названа Нептуном. Произош
это так.

Вскоре после открытия Гершелем Урана, астроно
составили точные таблицы его движения, принимая
внимание притяжение Солнца и других известных п
нет. По этим таблицам можно было указать положен
Урана на небе сначала очень точно. Но к 1830 г. за
тили большое несогласие между действительными по
жениями Урана на небе и вычисленными по этим т
блицам его положениями.

Это расхождение вычислений с наблюдениями Ура
указывало на то, что Уран подвергается притяжен
какой-то другой, неизвестной еще планеты, находящей

за Ураном. Иными словами, было обнаружено, что Уран испытывает возмущения при своем движении от какой-то неизвестной планеты. Таким образом, перед астрономами была поставлена задача: найти эту неизвестную планету по возмущениям Урана.

Леверье, молодой и в то время еще мало известный астроном в Париже, и *Адамс*, студент Кембриджского университета, взялись за решение этой задачи. Чтобы задача эта стала определенной, нужно было сделать некоторые допущения. Леверье принял, что эта новая планета находится на расстоянии от Солнца в 36 раз большем, чем Земля, и что она движется в той же плоскости, как и Земля.

Преобразовав для этой новой и своеобразной задачи известные формулы возмущений, Леверье взял более 300 случаев отклонений Урана от заранее вычисленных его положений на небе и составил 33 условных уравнения, которые и решил. На основании этих вычислений Леверье можно было указать, конечно предположительно, массу этой планеты, ее объем, плотность, видимый диаметр, яркость и положение на небе, а также и положение ее орбиты в пространстве. Эти вычисления Леверье указывали, что новая планета должна казаться на небе звездой 8-й или 9-й величины и стоять на 5 градусов к востоку от звезды δ Козерога.

Таким образом, задача отыскания новой планеты на основании возмущений Урана была решена Леверье после трехлетнего упорного труда. Совершенно так же поступил и Адамс. Только он сделал другие допущения, а поэтому и получил несколько иной результат.

После этого оба эти исследователя, конечно, жаждали узнать, действительно ли находится новая планета на указанной ими части неба. Новая планета, хотя и была доступна для телескопа средней силы, но ее трудно было отличить от звезд 9-й величины, которых на небе так много, что в то время еще не все они были занесены в звездные каталоги и карты. Поэтому Адамс обратился в Кембриджскую обсерваторию с просьбой пронаблюдать на указанной им части неба все звезды 9-й величины, чтобы по перемещению одной из них найти эту новую планету.

Чаллис, директор Кембриджской обсерватории, про-

извел 4 и 12 августа 1846 года эти наблюдения. Но он отнесся халатно и недоверчиво к указаниям Адамса, молодого и неизвестного в науке студента, и не сделал тотчас же после своих наблюдений соответствующих вычислений.

Между тем Леверье, зная, что в Берлинской обсерватории составляется карта звезд 9-й величины, обратился к директору обсерватории *Энке* с просьбой сравнить часть неба около звезды δ Козерога с их новой звездной картой — не будет ли на этой части неба видно новое светило. Ночью того же дня, когда получилось это письмо от Леверье, 23 сентября 1846 г., астроном *Галле*, ассистент Берлинской обсерватории, увидел около звезды δ Козерога новое светило, которое и оказалось искомой новой планетой.

Нептун находится от Солнца на расстоянии, в 30 раз большем, чем Земля. Объем и масса его немного больше Урана. Нептун еще в жидком состоянии, его плотность почти такая же, как плотность воды. Нептун покрыт густой атмосферой, подобной атмосфере Урана. Вследствие огромного расстояния Нептуна от нас, на поверхности его едва заметны лишь слабые экваториальные полосы. Определить время вращения Нептуна вокруг оси еще не удалось. Вокруг Солнца Нептун обходит в 165 лет. Нептун светит как звезда 8-й величины.

У Нептуна имеется один спутник, открытый *Лесселем* в 1846 г. Спутник этот величиной с нашу Луну и движется вокруг Нептуна так же, как и спутники Урана, с востока на запад. Спутник Нептуна наблюдается только в сильнейшие телескопы на обсерваториях.

Новая планета. Хотя открытие Нептуна и объяснило неправильности в движении Урана, но все-таки получалась некоторая неувязка. Уран подвергался возмущениям еще от какой-то другой, находящейся за Нептуном, планеты. Разыскивать ее взялись астрономы Ловелловской обсерватории (Флагстаф в САСШ). В марте 1930 г. они открыли эту новую планету, применяя небесную фотографию и рассматривая фотографические снимки при помощи стереоскопа. И вот, на фотографических пластинках, запечатлевших до 300 тысяч мельчайших звезд — в этом море звезд — была найдена одна, двигающаяся между другими звездами и ближе всего

к нам находящаяся. Она оказалась — новой планетой. Планета эта кажется нам звездочкой 15-й величины, т. е. видна лишь при помощи фотографии в сильные телескопы.

Наша планетная система обогатилась теперь новой планетой. В нашей солнечной семье — прибыло. Дальнейшие исследования и наблюдения этой новой планеты прольют свет на ее физическое строение и расширят наши познания об устройстве нашей солнечной системы.

ГЛАВА XVI.

КОМЕТЫ, ПАДАЮЩИЕ ЗВЕЗДЫ И НЕБЕСНЫЕ КАМНИ.

Волосатые небесные светила. Иногда внезапно появляются на небе так называемые *„косматые звезды“*, иначе говоря, *кометы*.

По внешнему виду комета резко отличается от других небесных светил: это — яркая звезда с громадным изогнутым хвостом, а иногда и с несколькими хвостами. На глазах наблюдателя происходят изменения величины этого хвоста — то он растет, то убывает. Комета быстро перемещается по небу — внезапно появившись, она так же внезапно исчезает. Все это вызывало недоумения у обывателя, а иногда даже и страх.

Появлением больших комет церковь часто пользовалась, возбуждая у обывателей ужас перед этим „божиим знамением предстоящей кончины мира“. В настоящее время невозможно даже представить себе той всеобщей паники, которая несколько столетий тому назад охватывала всю Европу и Азию при каждом появлении новой кометы.

Особенный страх и ужас на всю Европу навеяло появление кометы в 1456 г., спустя три года после взятия турками Константинополя, столицы православной Византии. Магометанские попы говорили, что комета эта похожа на крест, а христианские попы — что комета похожа на кривую турецкую саблю — „ятаган“.

Как те, так и эти попы предвещали народные бедствия и смерть грешникам. Тогдашний римский папа решил, что против такой страшной кометы самое надежное средство — звонить в колокола ежедневно в полдень во всех церквах, чтобы верные католики в это время

произносили особую молитву, проклиная комету и турок. Обычай этот римско-католическая церковь сохраняет вплоть до сего времени, хотя природа комет уже давно изучена наукой, и комет никто из сознательных граждан теперь не боится.

Еще в 1835 г. можно было видеть, как громадные толпы правоверных католиков на коленях стояли перед



Рис. 68. Ужас перед кометой Галлея в 1835 г. в Риме.

собором св. Петра в Риме и слушали, в ужасе перед кометой, заклинания „его святейшества"—папы римского (см. рис. 68).

Физическое строение комет. Кометы состоят обыкновенно из трех частей: *светлого ядра*, по внешнему виду похожего на звезду или планету, *туманной оболочки* ядра, менее яркой, чем ядро, и *длинного хвоста*, являющегося продолжением этой оболочки и направлен-

ного всегда в сторону, противоположную Солнцу. Светлое ядро и его туманная оболочка образуют *голову кометы*.

Голова есть самая заметная часть кометы, так как она имеет наибольшую яркость и очень похожа на круглую туманность. Ядро же и хвост иногда отсутствуют, особенно если комета небольшая.

Яркость комет бывает очень различна: одни кометы столь слабы, что едва видимы в большие телескопы, другие же настолько ярки, что могут быть хорошо наблюдаемы простым глазом при полном дневном свете. Кометы, видимые только в телескоп, называются *телескопическими*.

Несмотря на свою яркость, кометы настолько прозрачны, что даже слабые звезды бывают видны сквозь них без малейшего поглощения света от звезды. Это показывает, что плотность кометы чрезвычайно мала: вещество кометы находится в очень разреженном состоянии.

Размеры и вид комет бывают различны. Наблюдались кометы, у которых поперечник головы был равен всего 15 000 *км*, но также были кометы с громадной головой — поперечник их достигал 1 500 000 километров. Несмотря на то, что голова кометы бывает очень велика, ядро кометы столь незначительно, что оно едва заметно. Например, большая комета 1811 г., по наблюдению В. Гершеля, имела голову с поперечником в 800 000 *км*, а поперечник ядра был всего только 680 *км*.

Хвосты у комет, большею частью, бывают очень велики. Их поперечник измеряется около головы кометы тысячами и десятками тысяч километров, а в более отдаленных от головы частях—десятками и сотнями тысяч километров. Длина же хвоста колеблется от нескольких миллионов километров до сотен миллионов километров и даже более. Например, большая комета 1843 г. имела хвост длиною в 250 миллионов *км* (см. рис. 69).

Несмотря на такие чудовищные размеры, какие имеют кометы, количество вещества в них невелико. Действительно, массы (количества вещества) комет настолько ничтожны, что они не в состоянии своим притяжением произвести даже самое незначительное изменение в движении встречающихся на их пути планет. Для самих же комет такие встречи с планетами являются катастрофами

Например, комета Брукса 1886 г. прошла через систему спутников Юпитера. После этой встречи не произошло никакого изменения в движении Юпитера и его спутников. Но для самой кометы эта встреча была катастрофой: скорость кометы увеличилась вчетверо, и комета стала двигаться совершенно по другой орбите.



Рис. 69. Большая комета 1843 г. Длина хвоста кометы 250 миллионов км, время оборота 512 лет.

До изобретения зрительной трубы известно появление только 500 комет. С изобретением же зрительной трубы и с дальнейшим усовершенствованием астрономической техники число открываемых комет растет очень быстро. Теперь известны уже около 900 комет, видимых глазом, и около 300 телескопических. На самом же деле их значительно больше, так как в прошлом столетии успели открыть около 200 комет, а теперь ежегодно открывают от 3 до 10 комет.

Трудность открытия комет заключается в том, что кометы представляют собой тела, в большинстве случаев очень слабые по яркости, расплывчатые и не резко обозначенные. И поэтому они могут быть видимы только

в очень малой части своего пути, а именно -в соседстве с земной орбитой, и становятся совершенно невидимыми, если находятся дальше орбиты Марса.

Орбиты комет. Большинство комет движется по *параболам и гиперболам*, т. е. по таким кривым линиям, которые уходят в бесконечность. По одной ветви такого пути комета приходит из бесконечного пространства к Солнцу, обходит Солнце на сравнительно очень близком от него расстоянии, и вновь удаляется от Солнца навсегда по другой ветви своей орбиты. Ближайшая к Солнцу точка орбиты кометы называется *перигелием* (см. рис. 72).

Так двигается большинство комет. Только на короткое время они появляются на небе, когда обходят Солнце, а затем быстро вылетают из нашей солнечной системы, и мы их больше никогда не видим. Эти кометы называются ***непериодическими.***

Но есть кометы, и их меньшинство, которые двигаются по вытянутым *эллипсам.* Так как эллипс есть кривая замкнутая, то кометы, двигающиеся по эллипсам, возвращаются к своему первоначальному положению на небе через определенные, большею частью, весьма продолжительные промежутки времени. Такие кометы называются ***периодическими.***

В настоящее время определены орбиты у 400 комет. Из них оказалось 300 комет, двигающихся по параболам и гиперболам, т. е. непериодических комет, а остальные 100 двигаются по вытянутым эллипсам и являются периодическими кометами. Около 300 комет при прохождении своем через перигелий заходят внутрь орбиты Земли. Очень немного комет не входят внутрь орбиты Марса. Но все известные до сего времени кометы при прохождении своем через перигелий подходят к Солнцу ближе, чем Юпитер. Это вовсе не означает, что нет комет, удаленных в перигелии от Солнца на большее, чем Юпитер, расстояние. Но такие кометы нам почти недоступны для наблюдения вследствие их малой видимости.

Примером периодической кометы может служить *комета Галлея* (см. рис. 70), которая двигается по эллипсу, заходящему за орбиту Нептуна. Она проходит этот свой путь вокруг Солнца в 75 лет. Таким образом, она появляется через каждые 75 лет.

Первое появление ее записано в 467 г. до нашей эры. И после этого в течение более 2 тысяч лет она наводила ужас и страх при каждом своем появлении. Друг и современник Ньютона, Галлей, наблюдая комету 1682 г., применил в своих вычислениях орбиты этой кометы закон тяготения Ньютона, сравнил ее с кометами 1607 г. и 1531 г. и пришел к заключению, что это одна и та же комета. На основании этого он предсказал ее появление



Рис. 70. Комета Галлея в 1835 г.

в конце 1758 г. или в начале 1759 г. Эта комета, в честь Галлея, была названа его именем и является первой из известных нам периодических комет.

Клеро, вычислив возмущения в движении этой кометы, вследствие притяжения Юпитера и Сатурна, предсказал ее прохождение через перигелий на 15 апреля 1759 г., сделав ошибку всего лишь на 30 суток. При следующем ее появлении в 1835 г. астрономы ошиблись в своем предсказании прохождения ее через перигелий всего лишь на 4 суток. А в последнее ее появление в 1910 г. были приняты во внимание при предсказании прохож-

ления ее через перигелий возмущения от Юпитера, Сатурна, Урана и Нептуна, и ошибка оказалась всего лишь на 2 суток. Ближайшее возвращение кометы Галлея будет в 1985 г. Теперь она ушла за орбиту Нептуна, а с 1950 г. начнет возвращаться обратно к Солнцу.

Хотя комета Галлея очень велика, ее последнее появление не произвело такого ошеломляющего впечатления, как раньше. Это произошло, во-первых, потому, что вещество кометы рассеивается в пространстве, и с каждым возвращением комета делается все слабее и слабее. Во-вторых, при последнем появлении этой кометы Земля была не очень близко от кометы, когда та проходила через свой перигелий.

Относительные положения кометы, Земли и Солнца при этом прохождении кометы показаны на рис. 71. По измерению *Барнарда*, хвост кометы Галлея 5 мая 1910 г. достигал 60 миллионов *км*, и 18 мая Земля проходила сквозь хвост этой кометы. Комету в это время мы должны были бы видеть на солнечном диске.

На самом же деле, на Солнце не было замечено ничего постороннего. Это показывает, что даже голова этой кометы чрезвычайно прозрачна, и вещество кометы очень разрежено. Прохождение Земли сквозь хвост кометы Галлея не оказало никакого заметного влияния на Землю и даже на земную атмосферу.

Как пример периодической кометы с малым периодом и при этом телескопической можно указать на *комету Энке*, имеющую период обращения в $3^1/_3$ года.

Из непериодических комет укажем на *комету Донати* (1858 г.). Комета Донати — это одна из самых больших комет XIX столетия. Она появилась в 1858 г. и была видима невооруженным глазом 112 суток, а в телескоп более 9 месяцев. Ее хвост превышал по длине 87 миллионов *км* и был двойным.

В то время как все планеты двигаются почти в одной плоскости, кометы двигаются в плоскостях под различными углами к плоскости земной орбиты.

Большею частью эти углы довольно значительны и достигают даже 90 градусов. Так же различно бывает и направление движения комет. Кометы двигаются вокруг Солнца в направлении с запада на восток и с востока на запад, в то время как все планеты двигаются вокруг



Рис. 71. Прохождение Земли сквозь хвост кометы Галлея 18 мая 1910 г.
Через перигелий комета Галлея прошла 11 апреля 1910 г.

Солнца в одну и ту же сторону — с запада на восток.

По скорости движения кометы также сильно различаются между собой. Наибольшая из наблюдаемых скоростей движения кометы в перигелии была 600 км в секунду.

Семейства комет. Несмотря на большие различия в движении комет, можно установить несколько кометных групп, так называемых *семейств*, объединяющих кометы по некоторому родству их между собой или по зависимости их от отдельных планет.

Например, большие кометы 1668, 1843, 1880, 1882 и 1887 гг. имеют почти совершенно одинаковые орбиты, сами кометы очень похожи одна на другую во всех отношениях. Они приходили к Солнцу из области неба, в которой находится Сириус (α Б. Пса), т. е. из области, откуда движется вся солнечная система.

Они обходили Солнце в несколько часов на расстоянии менее 300 000 *км* от его поверхности, двигаясь с огромной скоростью, более чем 560 *км* в секунду. Хвосты их прямые и длинные (см. рис. 69).

Периоды обращения их большие, более 500 лет. Это показывает, что они удаляются от Солнца на расстояние, превосходящее радиус орбиты Нептуна в 5 раз. Все кометы этого семейства представляют собой отдельные части одной большой кометы, которая при одном из прежних своих приближений к Солнцу разорвалась на части под влиянием приливных возмущений от Солнца.

Далее, имеется около 30 комет, орбита которых лежит внутри орбиты Юпитера. Эти кометы движутся по эллипсам с периодом обращения от 3 до 8 лет. Они не яркие и делаются видимыми только тогда, когда очень близко подходят к Земле. Все они двигаются с запада на восток. Эти кометы были захвачены Юпитером.

Они двигались сначала по параболам или гиперболам, но при прохождении их вблизи Юпитера, вследствие его притяжения, изменили свою орбиту на эллиптическую, сделавшись таким образом периодическими кометами *Юпитерова семейства комет.*

Также имеется *Сатурново семейство комет*, к нему принадлежат всего лишь 2 кометы, *Ураново семейство* — 1 и *Нептуново* — 6 комет. Сравнительно большее количе-

ство комет в семействе Юпитера объясняется его большой массой. Юпитер — это планета-гигант, которая захватывает своим мощным притяжением мимо проходящие кометы (см. гл. XV).

Образование кометных хвостов. При движении кометы по ее орбите мы наблюдаем ее сначала в виде туманного пятнышка, которое постепенно, по мере приближения кометы к Солнцу, делается все ярче и ярче. Затем у кометы появляется хвост, который все увеличивается и увеличивается с приближением кометы к перигелию (см. рис. 72).



Рис. 72. Движение кометы и образование хвоста у нее.

Замечено, что хвост кометы лежит в плоскости орбиты кометы, расположен вне самой орбиты, начинается от головы кометы и всегда направлен по линии, соединяющей комету с Солнцем, отклоняясь немного в сторону, откуда комета движется.

Таким образом, хвост кометы всегда направлен в сторону, противоположную от Солнца, каким бы путем ни двигалась комета. Иными словами, когда комета приближается к Солнцу, то хвост тащится за ней позади, подобно дыму паровоза. Когда же комета уходит от Солнца, то он отбрасывается вперед подобно лучам прожектора в туманную ночь.

Хвост кометы, увеличиваясь постепенно по мере приближения ее к Солнцу, достигает своей наибольшей величины, когда комета проходит через перигелий, а потом постепенно начинает уменьшаться и совершенно исчезает.

Почему у кометы образуется хвост, почему он изменяется по величине и почему он так странно направлен?

Вот вопросы, которые волновали астрономов в течение нескольких столетий. И только в конце XIX века и начале XX века удалось найти удовлетворительные ответы на все эти вопросы.

Кометы не могут быть твердыми телами, потому что они прозрачны и изменчивы в своих очертаниях. Кометы не жидкие тела, потому что свет от звезд проходит через них без ослабления и преломления. Ядро кометы состоит из отдельных метеорных камней, скученных вместе силою взаимного притяжения, но в то же время настолько разъединенных между собой, что взаимная связь их легко может нарушиться.

Вдали от Солнца это ядро видно в форме небольшого туманного пятна. По мере приближения к Солнцу скорость ядра все увеличивается и увеличивается, отдельные части его сталкиваются между собой и накаляются. Кроме того, они нагреваются и Солнцем. Тогда газы, находящиеся внутри этих отдельных частей ядра кометы, начнут выделяться, образуют оболочку вокруг него, а потом и хвост кометы. Оболочка и хвост кометы имеют весьма разреженное состояние, похожее на наши туманы, и состоят из мельчайших частиц, удаленных друг от друга на большие расстояния.

Хвосты комет отбрасываются всегда в обратную сторону от Солнца, это указывает, что на них действует какая-то *отталкивательная сила*, исходящая из Солнца. Эта отталкивательная сила, во-первых, электрическая по своему характеру, а во-вторых, является силой давления солнечных лучей. Действительно, водород в солнечной атмосфере заряжен отрицательно. Комета приближается к Солнцу из отдаленной части пространства без всякого электрического заряда.

Лабораторные опыты заставляют нас предполагать, что ультрафиолетовые лучи, идущие от Солнца, падая на ядро кометы, отщепляют и заряжают отрицательным электричеством мельчайшие частички, которые затем отталкиваются отрицательным зарядом Солнца и образуют хвост кометы. Отталкивание зависит от величины частичек и электрического напряжения Солнца.

Кроме того, частички, составляющие кометные хвосты, отгоняются давлением солнечного света. Солнечные лучи оказывают давление на тела, на которые они падают. Для

больших тел это давление малозаметно. Но для небольших частиц, например, диаметром в 1/500 миллиметра, световое давление будет значительно больше солнечного притяжения.

Московский проф. *Лебедев* опытами показал, что существует световое давление на газы и что это давление пропорционально количеству энергии, поглощаемой газом.

Таким образом, теперь считается вполне доказанным, что электрическое отталкивание и световое давление являются причинами образования кометных хвостов.

Чем легче вещество, тем больше, само собой понятно, отталкивательная сила Солнца, и тем длиннее и прямее хвост кометы. *Бредихин* разделил все кометы на три типа (см. рис. 73). К I типу принадлежат кометы с наиболее прямым и длинным хвостом, — оказывается, что в состав их входят, главным образом, водород и гелий. Например, комета 1843 г. (см. рис. 69) принадлежит к I типу.

Кометы II типа имеют хвост короче и более искривленный,—в состав их, как оказывается, входят углерод, азот, натрий и калий. Такой была, например, комета Донати.

Кометы III типа имеют хвосты еще меньшие и более искривленные и, как показали спектральные наблюдения, такие кометы содержат тяжелые металлы —железо, медь, свинец, серебро и золото.

Рис. 73. Классификация комет по Бредихину.

Химический состав комет. Химический состав кометы определяется при помощи спектрального анализа. Спектр кометы состоит из слабого спектра поглощения и наложенного на него спектра из трех светлых полос, т. е. прерывистого или спектра газов.

Первый, слабый спектр поглощения происходит от отраженного частицами кометы солнечного света, а второй — из трех светлых полос, происходит от раскаленных газовых масс кометы. Он очень сходен со спектром синего пламени обыкновенной свечи и содержит три характерные линии: желтую, зеленую и голубую.

По этому спектру видно, что газовые массы кометы принадлежат, главным образом, к категории углеводородов. В некоторых кометах, кроме того, открыто присутствие водорода, гелия, азота, окиси углерода, натрия, калия, железа и других тяжелых металлов.

Распад комет. Частицы, составляющие оболочку и хвост кометы, никогда не соединяются снова с ядром кометы. Таким образом, при каждом повторном появлении кометы та часть вещества, которая идет на образование ее хвоста, рассеивается в пространстве, а так как остающееся количество вещества все уменьшается, то комета становится все менее и менее яркой. Например, комета Галлея в 1910 году была по яркости значительно слабее, чем в прежние свои появления.

Взаимные притяжения метеорных камней, составляющих ядро кометы, недостаточны, чтобы удерживать их вместе, если они подвергаются большим возмущающим силам. Когда комета проходит вблизи Солнца, то эти части ядра кометы разъединяются между собой под влиянием огромных приливных сил, исходящих от Солнца. Такому же разрывному действию подвергаются кометы при прохождении вблизи больших планет, например Юпитера, а также при встрече с метеорными образованиями.

При приближении кометы к Солнцу, отдельные части ядра кометы, представляющего скопления метеорных камней (метеоритов), будут притягиваться Солнцем различно: ближайшие к Солнцу части ядра будут притягиваться сильнее, чем дальние, вследствие чего первые приблизятся к Солнцу, а вторые отстанут. Таким образом, размеры орбит ближайших к Солнцу метеоритов ядра кометы будут уменьшаться, а по 3 закону Кеплера (см. гл. XIII) от этого будет уменьшаться время их полного оборота, — следовательно, увеличится скорость их движения.

В результате, ближайшие к Солнцу метеориты ядра кометы опередят средние, а дальние отстанут от сред-

них и начнется разложение кометы, т. е. распад ее вещества по орбите. С каждым новым возвращением кометы к Солнцу этот процесс разложения кометы возобновляется, пока все вещество кометы не распределится равномерно по всей орбите, и тогда вместо кометы мы получим *метеорный поток.*

Действительно, астрономы не раз наблюдали распад комет на части, исчезновение комет и образование из них метеорных потоков. Например, *комета Биеллы* до 1846 г. была обыкновенной периодической кометой с периодом в 6 лет. В 1846 г. ядро кометы распалось на 2 части (см. рис. 74). В следующее появление кометы в 1852 г. расстояние между этими частями ядра увеличилось, и комета казалась как бы двойной. Но после этого комета Биеллы как комета уже больше не наблюдалась—она рассеяла вещество свое по орбите и образовала *метеорный поток Андромедид* (см. рис. 75).



Рис. 74. Комета Биеллы, разделившаяся в 1846 г. на две части.

Также комета Брукса в 1889 г. распалась на глазах наблюдателей на 5 частей, а затем вещество ее рассеялось в пространстве. Наконец, многие кометы, принадлежащие к семейству Юпитера, настолько разложились и растеряли свое вещество, что совершенно исчезли и более не наблюдаются как кометы.

Падающие звезды, или метеоры. Всякий видел падающие звезды. В каждую ясную и безлунную ночь можно любоваться ими. Внезапно среди звездного неба появляется яркая большая искра. Она быстро пролетает, а за ней остается на синем небе огненная черта, словно кто-то махнул в темноте лучинкой со светлым угольком на конце. Не успеешь мигнуть, и все пропало из глаз. Все звезды остались на своих местах, а падающая звезда скрылась так же быстро, как и появилась. Ее неправильно называют *падающая звезда*, правильное название ее — *метеор*, так мы и будем называть ее в дальнейшем.

Метеоры — самостоятельные космические тельца, самостоятельно движущиеся в мировом пространстве, которые только потому падают на Землю, что попали в сферу притяжения Земли. Сами по себе эти космические массы — темные. Но они накаляются вследствие трения об атмосферу Земли и поэтому светятся, когда падают на Землю. Они загораются обыкновенно на высоте около 160 *км* над земной поверхностью, а летят со скоростью от 20 до 60 *км* в секунду.

При такой громадной скорости падения сопротивление воздуха и трение делаются настолько велики, что масса метеора ракаляется на несколько тысяч градусов. Этого нагревания достаточно, чтобы совершенно сжечь их небольшую массу. Они оставляют огненный след лишь в сравнительно небольшой части своего пути, а на высоте 50 *км* от земной поверхности от них уже ничего не остается, исчезает и светящийся след.

Масса метеора определяется на основании следующего соотношения, известного из механики: энергия движущегося тела равна половине его массы, умноженной на квадрат его скорости. Для тела, двигающегося как метеор, с космической скоростью, вся кинетическая энергия его преобразовывается в световую, а световая энергия и скорость метеора могут быть непосредственно определены из наблюдений. Поэтому масса метеора может быть легко вычислена. Таким способом было определено, что обыкновенно массы метеоров не превосходят 10—20 граммов.

Если в течение часа внимательно последить за небом, то мы увидим немного метеоров, в среднем, 5—6 метеоров в час. Отсюда на первый взгляд покажется, что ежедневно очень немного метеоров ударяются о земную атмосферу. На самом же деле это неверно. Мы видим атмосферу Земли лишь над немногими квадратными километрами земной поверхности. Из очень многих подсчетов числа метеоров, которые могут быть видимы из одного места в течение суток, было вычислено, что в земную атмосферу ежедневно ударяются от 10 до [illegible] миллионов метеоров.

Метеоры входят в земную атмосферу по всем направлениям. Места, где они ударяются о земную атмосферу, и скорость их встречи зависят от их собственных ...

ростей, а также от скорости движения Земли вокруг Солнца.

Та часть Земли, которая находится впереди при движении Земли вокруг Солнца встречает больше метеоров, чем противоположная, так как она получает не только те метеоры, которые она встречает, но также и те, которые она догоняет, между тем как часть Земли, которая находится позади, получает лишь те метеоры, которые ее настигают. Земля двигается вокруг Солнца вперед той частью, на которой утро, а та часть Земли, на которой вечер, находится сзади. Поэтому утром бывает видно больше метеоров, и скорости их больше, чем вечером.

Звездные дожди, или метеорные потоки. Наибольший интерес в научном отношении представляют так называемые *звездные дожди*, когда бывает видно необычайное количество метеоров. В науке звездные дожди называются *метеорными потоками*. Обычно, во время метеорного потока метеоров выпадает в час от 50 до 120. Но иногда наблюдались метеоры в таком большом количестве, что их нельзя было сосчитать.

Во время метеорного потока метеоры не только более многочисленны, чем обычно, но большинство их движется так, что если их видимые пути по небу продолжить назад, то они все исходят почти из одной точки неба. Эта точка называется *радиантом*, так как кажется, что метеоры как бы излучаются из нее (см. рис. 75).

Положение радианта не зависит от положения наблюдателя на земной поверхности и от вращения Земли вокруг оси: положение радианта остается одно и то же, где бы ни находился наблюдатель. Это обстоятельство прямо указывает на космическое происхождение метеоров.

Во время звездного дождя все метеоры движутся по параллельным путям, как бы одним потоком, поэтому звездный дождь называется метеорным потоком. Положение радианта дает возможность определить направление движения метеорного потока и его орбиту, по которой это движение совершается.

Метеорные потоки большею частью носят название по созвездию, в котором лежит их радиант. Теперь уже известно около 3 000 метеорных потоков, но главнейшие из них следующие:


СЕВЕРНОЕ ЗВЕЗДНОЕ НЕБО
Полярная
Экватор

1. *Персеиды*, или августовский поток, наблюдаются ежегодно около 10 августа. Радиант находится в созвездии Персея, около звездной кучи h и χ Персея.[1]

2. *Леониды*, или ноябрьский поток, наблюдаются ежегодно около 14 ноября. Радиант находится в созвездии Льва, около звезды γ Льва. Через каждые 33 года число наблюдаемых метеоров бывает больше. Это происходит

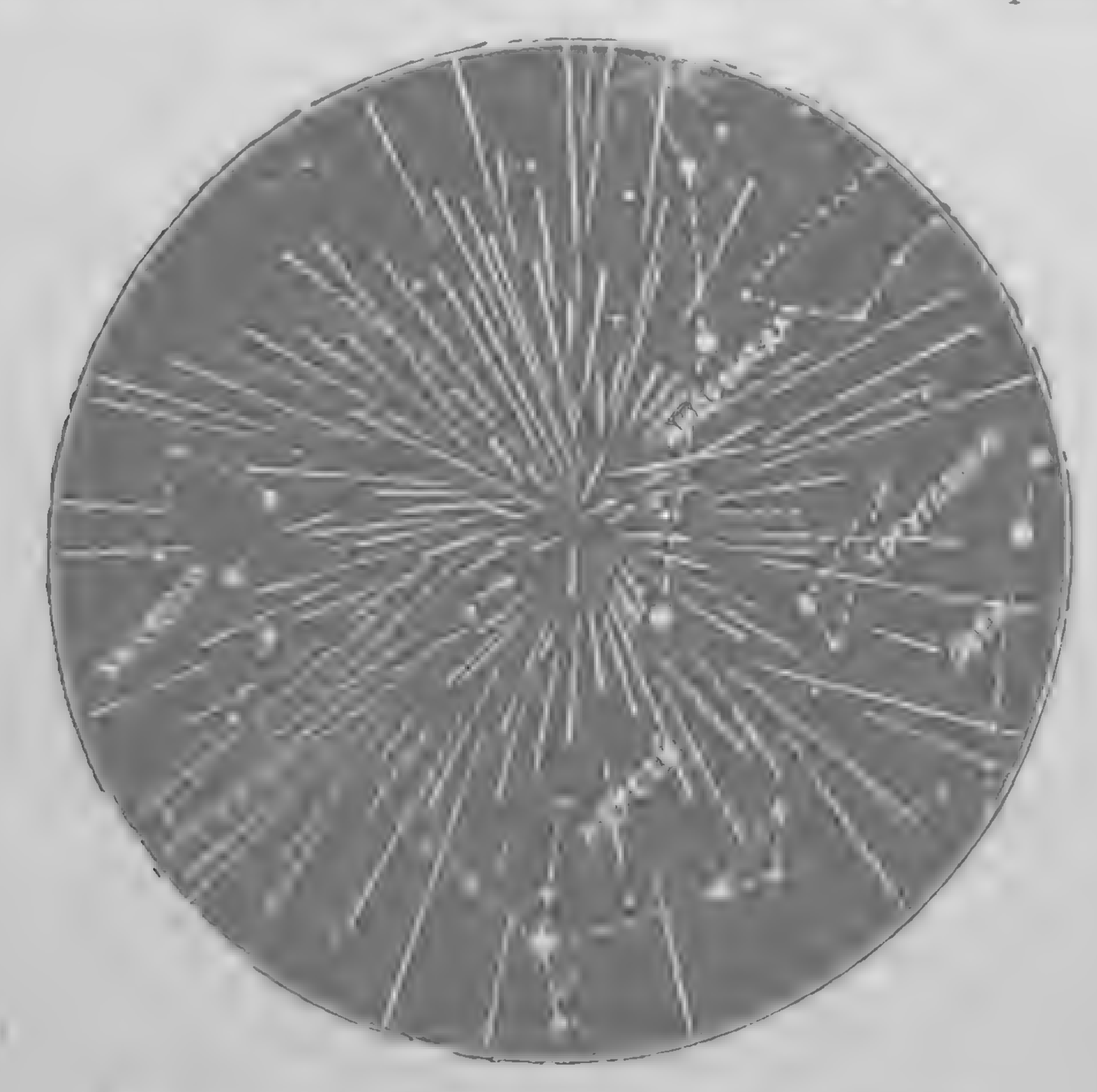


Рис 75. Радиант метеорного потока Андромедид.

оттого, что Леониды более позднего происхождения, чем Персеиды, и масса их еще не успела вся распределиться равномерно по всей орбите, которую Леониды проходят в 33 года.

3. *Андромедиды* наблюдаются ежегодно около 27 ноября. Радиант находится в созвездии Андромеды около звезды γ Андромеды (см. рис. 75). Андромедиды тоже более поздний метеорный поток. Каждые 13 лет наблюдается большое количество метеоров этого потока.

4. *Лириды* наблюдаются ежегодно около 20 апреля.

Радиант находится в созвездии Лиры, около звезды α Лиры.

5. *Аквариды* наблюдаются ежегодно около 30 июля. Радиант находится в созвездии Водолея, около звезды δ Водолея.

6. *Орионниды* наблюдаются ежегодно около 20 октября. Радиант находится в созвездии Ориона, около звезды γ Ориона.

Вычисляя размеры и положения орбит некоторых метеорных потоков, нашли, что эти метеорные потоки движутся по орбитам некоторых комет. Это показывает, что метеорные потоки суть продукты разложения комет. Подтверждение этому мы видели на примере распада периодической кометы Биеллы (см. рис. 74).

Когда в 1872 г. ожидали эту комету и Земля должна была 27 ноября 1872 г. с нею встретиться, вместо кометы наблюдался звездный дождь — метеорный поток Андромедид. Через 13 лет он повторился, и теперь наблюдается ежегодно 27 ноября. Таким образом, Андромедиды суть остатки кометы Биеллы.

Также нашли, что Персеиды являются остатками кометы Туттля (1862 г.), Леониды — остатками кометы Темпеля (1866 г.), а Лириды образовались из остатков кометы 1861 г. В самое последнее время установлено, что Аквариды имеют почти тождественную орбиту с кометой Галлея, поэтому является вполне возможным, что вещество каметы Галлея, рассеиваясь, образует метеорный поток Акварид.

Таким образом, наука установила тесную связь между двумя столь разнородными небесными явлениями, как огромная комета и мельчайший метеор: метеоры суть остатки комет.

Небесные камни, или метеориты. Иногда метеоры бывают более крупными, так что они достигают земной поверхности в виде камней, упавших с неба. Эти „*небесные камни*" в науке называются *метеоритами*.

Метеориты и метеоры суть остатки комет. Различаются они между собой только своей величиной. Метеоры — темные песчинки небольшой величины (10 — 20 граммов), они загораются вследствие трения о воздух при своем падении на Землю и сгорают дочиста, не достигая Земли. Метеориты же представляют собой большие куски, кото-

рые не успевают сгореть, когда пролетают нашу атмосферу при своем падении на Землю, и поэтому достигают Земли, оплавляясь только с поверхности.

Бывали метеориты очень большой величины. У нас, например, в Академии наук, в Ленинграде, хранится такой метеорит, называемый *Енисейской глыбой*, или *Палласовым железом*. Он найден академиком Палласом в 1777 г. около дер. Медведево, Енисейской губ., и весит 670 *кг*.

При падении метеорита на Землю он сильно нагревается вследствие трения о воздух и оплавляется с по-



Рис. 76. Метеорит Богуславка, упал в 1916 г. в Вост. Сибири. При падении раскололся на две части — одна весом 199 *кг*, а другая — 57 *кг*.

верхности, поэтому ярко светится. Полет метеорита сопровождается иногда страшным шумом, громом или взрывом, так как от сильного нагревания он часто разрывается на части.

Например, на рис. 76 изображен метеорит *Богуславка*, упавший в 1916 г. в Восточной Сибири. Падение этого мереорита наблюдали. При падении его был слышен взрыв, гром и шум на большое расстояние, метеорит раскололся на два куска — один весом 199 *кг*, а другой — 57 *кг*. Эти куски глубоко зарылись в Землю при падении.

Такое большое нагревание, какое получает метеорит при своем падении на Землю, однако, недостаточно

чтобы прогреть его весь. При падении метеорит имеет большую скорость, около 40 *км* в секунду, поэтому он получает огромную силу удара. От этого метеорит при падении глубоко зарывается в землю, иногда на несколько метров, и может убить людей и животных. А так как падающий метеорит при падении воспламеняется, то он может произвести и пожар. Такие случаи смерти и пожара от падения метеоритов были и отмечены неоднократно в летописях.

Вначале люди не знали, откуда появились эти „небесные камни“, считали их за посланные богом и даже поклонялись им. Теперь же все знают, что метеориты представляют собой остатки от разрушающихся комет, летающих в бесконечном просторе вселенной. Но, как только метеориты повстречаются с Землей при движении ее вокруг Солнца, они падают на Землю вследствие притяжения их Землею.

Метеориты обыкновенно бывают угловаты, как будто они отколоты от других больших камней. Весь камень покрыт тонкой стекловидной корой, а на поверхности его видны впадины и выбоины, — все это показывает, что камень действительно находился в сильном жару и снаружи оплавился (см. рис. 76).

Метеориты состоят из тех же веществ, какие встречаются на Земле. В одних из них находится больше железа, и их называют *железистыми метеоритами*, а в других — больше минеральных веществ и меньше железа — их называют *каменистыми метеоритами*.

В метеоритах почти всегда имеется железо, но только не в таком сплаве, как в земных камнях. Поэтому легко отличить метеорит от земного камня. В метеоритах железо сплавлено с никкелем и другими металлами и в другой пропорции, чем это встречается в земных камнях.

Метеориты как очень редкие и ценные в научном отношении предметы собираются и хранятся в музеях различных государств. Декретом Совета Народных Комиссаров метеориты объявлены национальной собственностью СССР, и всякий нашедший такой метеорит обязан известить об этом Академию наук или ближайшее научное или учебное учреждение или свой местный Исполком.

ГЛАВА XVII.

СТРОЕНИЕ ВСЕЛЕННОЙ.

Классификация звезд. Звезды — самосветящиеся небесные тела, подобны Солнцу. Только они очень далеки от нас, поэтому и кажутся нам лишь светящимися точками (см. гл. III, VI). О природе звезд мы судим по их спектру. До применения спектрального анализа природа звезд была для нас неизвестна. Но когда стали изучать спектры звезд, то узнали, что строение звезд в главнейшем такое же, как и у Солнца: все они имеют самосветящуюся поверхность — фотосферу, окруженную более холодной хромосферой, различной как по размерам, так и по своему химическому составу.

Спектры звезд *суть спектры поглощения*, т. е. спектры с темными *фраунгоферовыми* линиями, как у Солнца (см. гл XII), только количество этих линий в них различно (см. рис. 77).

Хотя спектры звезд весьма разнообразны, все же теперь удалось свести их к нескольким группам, или *классам*. В настоящее время принята, как наилучшая, классификация, разработанная на Гарвардской обсерватории (в Кембридже, С. Америка) астрономом *Э. Пиккерингом*. Она называется *Гарвардской классификацией звезд*, или *классификацией Пиккеринга*. Она всецело опирается на наблюдения, не содержит ничего искусственного и носит эволюционный характер.

Расположение звездных классов в этой системе Пиккеринга характеризует последовательные стадии развития, или эволюцию *каждой* звезды. Классы в этой классификации обозначены буквами (см. рис. 77).

Класс B. Гелиевые звезды: самыми характерными линиями в их спектрах являются линии гелия, слабо видны линии

водорода и нет совершенно линий металлов. Эти звезды *белые*. Они расположены, главным образом, в Млечном Пути и в созвездии Ориона. Примером их служит Ригель (β Ориона) и ε Ориона.

Класс A. Водородные звезды: в спектре их видны широкие и резкие линии водорода и слабо заметны линии металлов. Эти звезды *беловатые*. Примером их будут Вега (α Лиры) и Сириус (α Б. Пса).

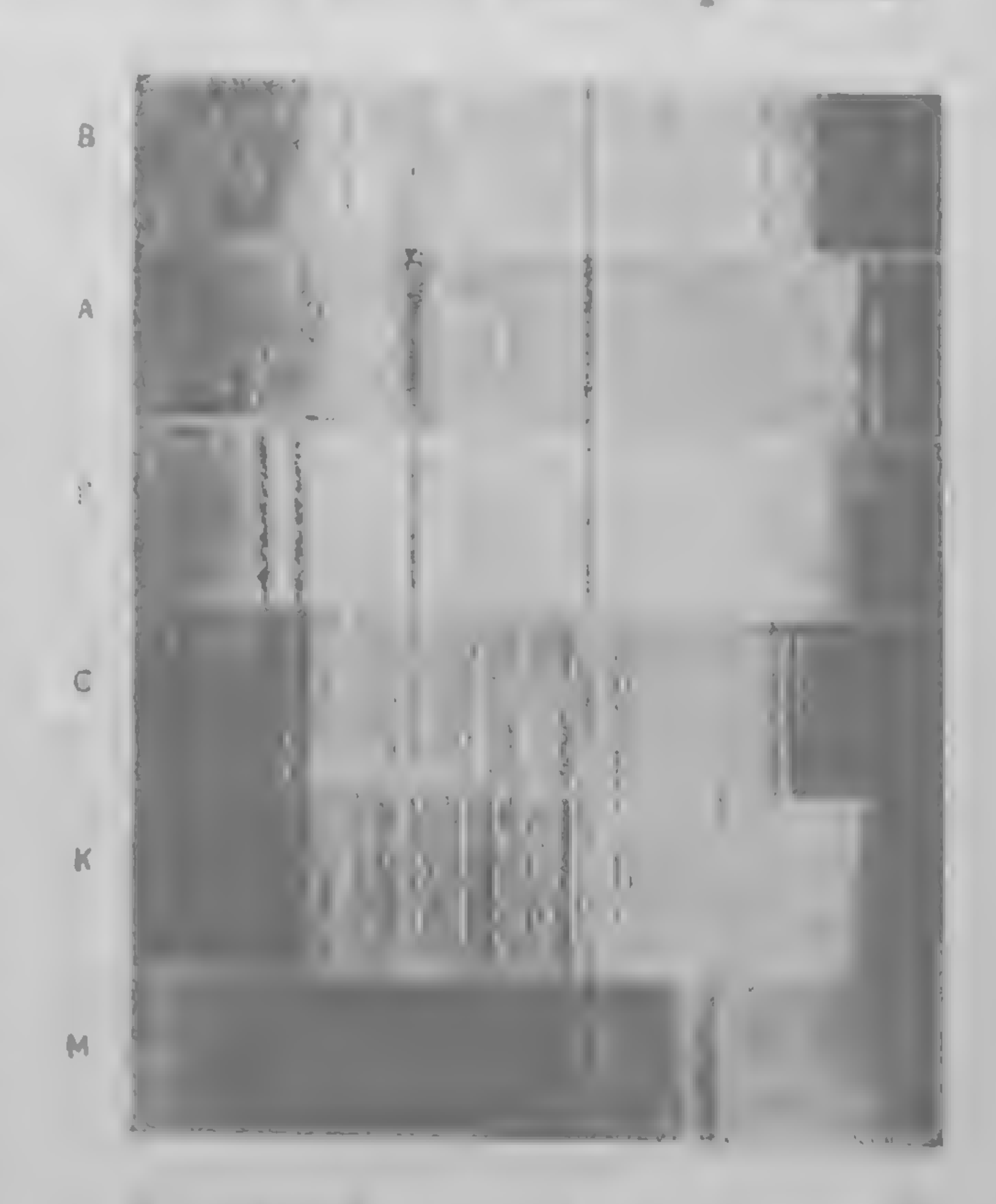


Рис. 77. Гарвардская классификация звезд.

Класс F. Кальциевые звезды: очень резки линии кальция, линии других металлов сильнее выражены, чем в предыдущем классе. Эти звезды *желтоватые*. Примером их являются *Процион* (α М. Пса), Канопус (α Арго) и α Киля.

Класс G. Желтые звезды: спектр их испещрен множеством линий металлов и очень сходен со спектром Солнца. Примером этих звезд являются Солнце и Капелла (α Возничего).

Класс K. Красноватые звезды: линии металлов еще более усилены, а фиолетовая часть спектра ослаблена. Спектр этих звезд сходен со спектром солнечных пятен. Примером их являются Арктур (α Волопаса) и Альдебаран (α Тельца).

Класс M. Красные звезды: в спектре видны широкие полосы поглощения в зеленой и голубой его частях. Примером этих звезд будут Бетельгейзе (α Ориона) и α Геркулеса.

В этой классификации наблюдается *постепенный переход* от гелиевых звезд к водородным, кальциевым, металлическим и углеродным звездам, и постепенный переход

от сильно нагретых звезд класса *B* и *A* до темно-красных холодных звезд класса *M*. Одним словом, *Гарвардская класификация звезд непрерывна.*

На основании соотношения между температурой излучающего тела и яркостью отдельных частей его спектра определяется температура звезд по их спектру. Такие спектральные измерения показали, что средняя температура звезд различных классов различна. Звезды класса *B* имеют среднюю температуру 10 500 градусов, звезды класса *F* — 7 000 градусов, звезды класса *M* — 3 000 градусов.

Массой своей (количеством вещества) звезды также мало отличаются от Солнца. Оказывается, что звезды с массой, превышающей Солнце в 10 — 15 раз, не могут долго существовать, так как внутри их развиваются огромные отталкивательные силы, которые быстро ведут их к гибели. В среднем, у большинства звезд масса только в 1,76 раза больше массы Солнца.

Например, Сириус состоит из 2 тел: одного очень яркого и другого очень тусклого, причем масса первого равняется 2,3, а масса второго — 0,9 солнечной массы. Исключения из этого правила составляют гелиевые звезды (класс *B*), которые обладают чрезвычайно большими массами. В среднем, массы этих звезд в 20 раз больше массы Солнца, а иногда даже в 60 — 70 раз больше. Это указывает на какое-то особенное положение гелиевых звезд в мироздании.

Вещество, из которого состоит звезда, в большинстве случаев имеет очень незначительную плотность: меньше плотности Солнца в десятки и сотни раз, а у некоторых звезд — даже в миллионы раз. А так как плотность Солнца всего лишь 1,4 относительно воды, то звезды по плотности своей в большинстве случаев во много раз разреженнее земной атмосферы. Солнце же, повидимому, является исключением: только очень небольшая часть звезд имеет такую плотность, как у нашего Солнца. Таким образом, звезды представляют собой громадные шарообразные массы сильно нагретых и крайне разреженных газов.

Звезды-гиганты и звезды-карлики. Только в 1920 г. удалось с помощью 100-дюймового рефлектора в обсерватории на горе Вильсон (в Калифорнии) измерить диаметр Бетельгейзе (α Ориона), до этого все попытки измерить

диаметры звезд были напрасными, — так далеко от нас отстоят звезды. Теперь измерены диаметры уже нескольких звезд. На рис. 78 показана сравнительная величина Солнца, Арктура, Бетельгейзе и Антареса.

Непосредственными измерениями удалось установить, что поперечник Арктура (α Волопаса) в 20 раз, поперечник Бетельгейзе (α Ориона) в 300 раз, а поперечник Антареса (α Скорпиона) в 487 раз больше поперечника Солнца. Отсюда объем Арктура в 8 000 раз больше объема Солнца, Бетельгейзе в 27 миллионов раз, а объем Антареса в 113 миллионов раз больше объема Солнца.

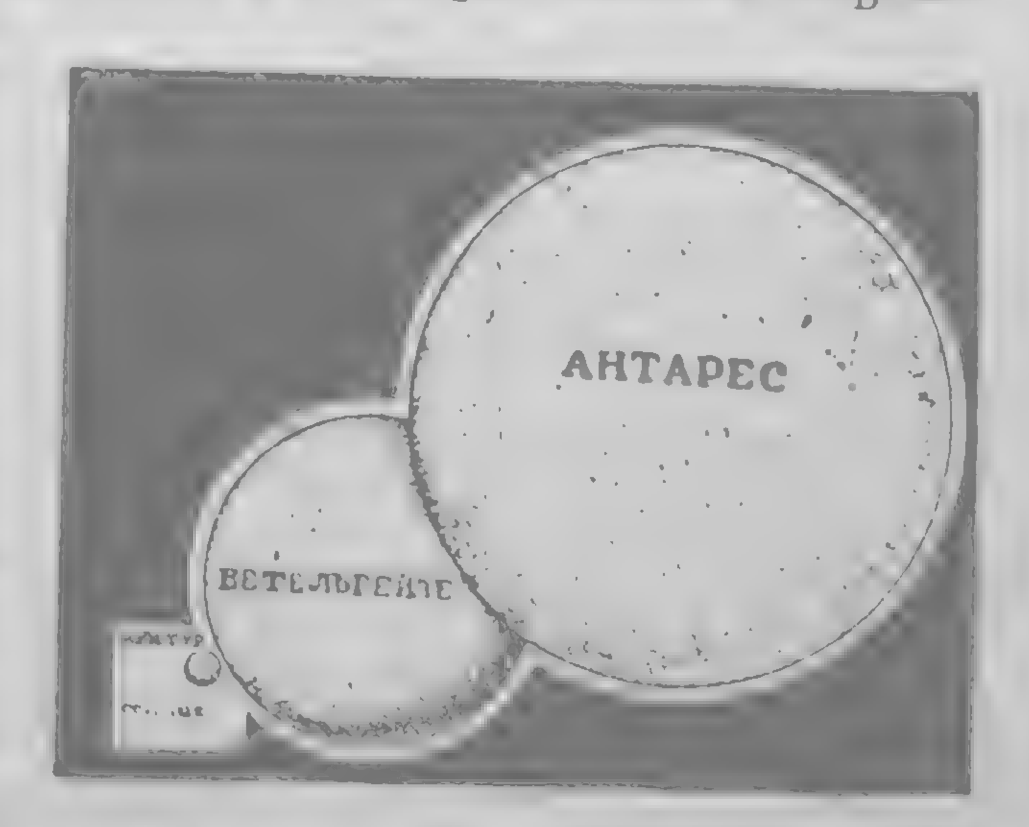


Рис. 78. Сравнительная величина Солнца, Арктура, Бетельгейзе и Антареса. Солнце — едва заметная точка.

Таким образом, звезда Бетельгейзе представляет собой шар, поперечник которого больше поперечника земной орбиты. Антарес же есть огненный шар, радиус которого больше, чем расстояние от Солнца до Марса. Если привести земные сравнения, то можно сказать, что Антарес во столько раз больше Солнца, во сколько раз слон больше мухи. Так велики эти звезды.

Плотность же этих гигантов ничтожна, например плотность Антареса в миллион раз меньше плотности Солнца, т. е. в 1300 раз меньше плотности воздуха у земной поверхности. Видимо, только при таком необычайном разрежении вещества возможно существование этих звезд-гигантов, — в противном случае, они разрушились бы от внутренней громадной силы тяготения.

Белые звезды (особенно класс *B*) обладают чрезвычайно большой яркостью по сравнению с Солнцем, все они звезды-гиганты.

У желтоватых звезд (класс *F*) уже заметно разделение на гигантов и карликов. Чем краснее звезда, тем это разделение становится резче, например, в классе *M*

красные гиганты ярче красных карликов в 5000 — 10000 раз.

Звезд-карликов гораздо больше, чем звезд-гигантов. Гиганты, вследствие своей яркости, хорошо видны даже с очень больших расстояний, поэтому большинство ярких звезд, видимых простым глазом, принадлежит к звездам-гигантам.

Эволюция звезд. Основываясь на факте существования звезд-гигантов и звезд-карликов, а также пользуясь современными познаниями о строении вещества, астрономы представляют себе эволюцию звезд следующим образом.

Звезда начинает свой жизненный путь с момента, когда первичная туманность обратилась в огромный шар из газов, необычайно малой плотности, слабо нагретых и со слабым красноватым свечением. Размеры такого шара чрезвычайно велики, поэтому общее количество света, испускаемого огромной поверхностью этой звезды, будет колоссально, следовательно, абсолютная яркость звезды будет очень велика. Перед нами звезда-гигант вроде Антареса или Бетельгейзе.

С течением времени звезда сжимается, от этого в ней развивается все больше и больше тепла. Часть этого тепла излучается в пространство, а часть накаляет тело звезды, которое все уменьшается в объеме, но становится все более плотным. Вследствие этого звезда меняет свой цвет: из красной она делается желтой, а затем — ярко-белой. Наступает период расцвета, звезда становится гелиевой (класс *B*) ослепительно белого цвета.

Некоторый промежуток времени звезда вырабатывает в себе столько же тепла, сколько она излучает в окружающее пространство. При дальнейшем сжатии звезды количество развивающейся теплоты становится уже недостаточным, чтобы покрыть убыль ее от лучеиспускания. Наступает период упадка. Температура звезды понижается, блеск поверхности ее слабеет, а так как объем звезды продолжает уменьшаться, то общая яркость звезды падает, и звезда постепенно переходит из класса белых в класс желтых, а затем — красных. Яркость звезды слабеет все быстрее и быстрее. Наконец, звезда исчезает из наших глаз, сделавшись темно-красной звездой-ка

ликом, во много тысяч раз более слабой, чем она была в момент своего рождения

Таким образом, каждая звезда переживает [illegible] переход через спектральные классы [illegible]; развиваясь, звезда проходит от класса *M* через классы *K*, *G*, *F*, *A* к классу *B*, а затем, остывая, идет обратно через классы *A*, *F*, *G*, *K* к классу *M*. Объем звезды при этом будет все время уменьшаться, а плотность увеличиваться: звезда начинает свою эволюцию красным „гигантом“ а кончает красным „карликом“.

В нижеприведенной схеме (см. рис. 79) наглядно показана эта эволюция звезд от „гиганта“ к „карлику“ через все спектральные классы.

Наивысшая температура

Звезды-гиганты:		Звезды-карлики:
β Ориона . . . . *B*		
α Лебедя . . . . *A*	*A* . . . . Сириус	
α Киля . . . . *F*	*F* . . . . Процион	
Капелла . . . . . . *G*	*G* . . . . . Солнце	
Арктур . . . . . *K*	*K* . . 70 Змееносца	
Бетельгейзе . . *M*	*M* . . Крюгер 60	

Ничтожная плотность → Плотность увелич. → Наибольшая плотность.

Рис. 79. Схема звездной эволюции.

Не все звезды, однако, проходят полностью все эти ступени развития: самой высокой температуры и блеска (класс *B*) достигают только наиболее массивные звезды, другие же поднимаются только до класса *A*, после чего начинается нисходящий путь через классы *F*, *G*, *K* и *M*. Возможно, что есть звезды, и вовсе не выходящие из состояния красных звезд.

Наше Солнце принадлежит к числу звезд-карликов класса *G* (см. рис. 79).

Двойные и кратные звезды. [illegible] называются такие звезды, которые [illegible]

жутся одиночными звездами, но при рассмотрении их в телескоп оказываются раздвоенными.

Не подлежит никакому сомнению, что во многих случаях такое близкое положение звезд только кажущееся: эти звезды очень далеки одна от другой, они только кажутся нам стоящими рядом, потому что видны по направлению почти одного и того же луча зрения. Они называются *оптически-двойными звездами*.

Больший интерес, однако, представляют так называемые *физически-двойные звезды*, т. е. такие звезды, которые действительно находятся близко одна от другой и являются связанными силой взаимного тяготения в одну систему. Некоторые двойные звезды имеют очень своеобразную окраску: например γ Андромеды и β Лебедя имеют главную звезду ярко-желтого цвета, а спутника — голубоватого цвета.

В настоящее время мы знаем около 15 000 двойных звезд, у многих из них определены орбиты и время оборота.

Иногда даже в самые сильные телескопы нельзя обнаружить у двойной звезды присутствия спутника, — так близко находятся друг к другу звезды, составляющие эту двойную звезду. И только по линиям спектра можно заключить, что это звезда двойная. Такие звезды называются *спектрально-двойными звездами*.

Спектрально-двойная звезда представляет собой две огромные светящиеся шарообразные массы, находящиеся очень близко одна от другой и двигающиеся сравнительно быстро вокруг их общего центра тяжести. Поэтому в определенный момент одна составляющая этой звездной пары будет приближаться к нам, а другая составляющая — удаляться от нас. Вследствие этого в спектре этой двойной звезды мы заметим удвоение линий: линии одной составляющей, которая приближается к нам, будут перемещаться к фиолетовому концу спектра, а линии другой составляющей, которая удаляется от нас, будут перемещаться к красному концу спектра.

Яркая Капелла (α Возничего) и блестящая Спика (α Девы) принадлежат к спектрально-двойным звездам. Таких звезд чрезвычайно много. Высказывается даже мнение, что спектрально-двойных звезд должно быть большинство, а одинокие звезды, подобные нашему Солнцу, составляют исключение.

Звезда, которая невооруженному глазу или в зрительную трубу кажется простой, может в сильном телескопе явиться не только двойной, но и *тройной*, *четверной* и вообще *кратной звездой*.

Например, γ Андромеды уже в 2 дюймовую трубу видна как двойная. Главная звезда ярко-желтого цвета, а спутник голубоватый. В большие же трубы спутник сам разлагается на две звезды, так что γ Андромеды, собственно говоря, тройная звезда.

Звезда θ Ориона в небольшую трубу видна как четверная звезда, так называемая *трапеция*. На самом деле она шестерная звезда, так как в более сильные телескопы видны и две другие ее составляющие.

Еще как пример тройных звезд, различаемых в небольшие зрительные трубы, укажем на следующие звезды: ξ Скорпиона, ζ Рака, ψ Лебедя. Четверной звездой является ε Лиры, а пятерной ε Гидры.

Переменные звезды. Не все звезды сохраняют постоянно свою яркость: некоторые из них делаются то ярче, то слабее. Звезды, изменяющие свою яркость, называются *переменными звездами*. Теперь известно около 5000 переменных звезд.

Наблюдать изменения яркости звезд можно, во-первых, простым глазом, сравнивая их блеск с блеском соседних звезд, во-вторых, при помощи специальных фотометров, приборов для измерения яркости света, в-третьих, при помощи фотографии. Снимают несколько раз подряд на одну и ту же фотографическую пластинку один и тот же участок неба, пластинку при этом каждый раз немного сдвигают в сторону. Если звезда изменяла свою яркость, то кружочек, каким она изображается на этой фотографической пластинке, будет разного диаметра.

Исследования переменных звезд привели к ряду крайне интересных открытий, главным образом в области физического строения звезд. Наблюдения за изменением блеска переменных звезд показали, что характер изменения блеска у различных звезд различен.

Причины изменения яркости у переменных звезд различны. Например, переменная звезда β Персея, иначе называемая *Альголь*, что значит по-арабски — дьявол, светит в течение почти 3 суток, как звезда 2-й величины,

а затем в течение 5 часов блеск ее ослабевает до 4-й величины. Это происходит оттого, что у Альголя имеется темный спутник, который при своем движении заслоняет главную звезду, производя своего рода затмение, выражающееся в уменьшении яркости этой звезды периодически только на короткий промежуток времени.

У других переменных звезд происходит изменение не только яркости, но и самого спектра звезды. Это указывает на то, что такие переменные звезды представляют собой *пульсирующие Солнца*, т. е. громадные, состоящие из разреженных газов, шарообразные массы, подвергающиеся грандиозным внутренним кризисам. Вследствие этого, массы эти периодически то сжимаются, то расширяются, изменяя свою температуру и другие физические свойства.

Новые звезды. Звезды, которые внезапно появляются на небе, называются *новыми звездами.*

Например, 12 июня 1918 г. в созвездии Орла увидели новую звезду 1-й величины, в июле она стала уже 3-й величины, а в декабре 1918 г. сделалась едва заметной для невооруженного глаза — звездой 6-й величины, а теперь видима лишь в сильнейшие телескопы. Как показывают фотографические снимки неба, в созвездии Орла на том месте, где появилась эта новая звезда, находилась раньше звезда 12-й величины.

Таким образом, явление новых звезд состоит в том, что какая-нибудь слабенькая, даже в сильнейшие телескопы едва видимая звездочка внезапно, в течение всего нескольких дней, увеличивает свою яркость в тысячи и даже в десятки тысяч раз. Иными словами, новая звезда не представляет собой совершенно „нового" светила: она появляется как результат грандиозного пожара или взрыва ранее существовавшего светила.

Вслед за появлением новая звезда начинает быстро гаснуть, яркость ее периодически меняется. Наконец вокруг звезды появляется слабая туманность, имеющая круглую форму.

Спектр новых звезд также подвержен изменениям и притом весьма значительным. В течение нескольких месяцев спектр новой звезды меняется на 4 — 5 классов. Столь быстрый переход новой звезды через несколько спектральных классов является тем более удивительным,

что обычные звезды в порядке нормальной эволюции затрачивают для этого миллиарды лет.

Для объяснения появления новых звезд существует несколько теорий. По одной (*теория Э. Пиккеринга*) — появление новой звезды есть результат столкновения двух небесных тел, причем одно из них может быть совсем небольших размеров. Достаточно меньшему телу, двигающемуся с огромной скоростью, столкнуться с большим телом и пройти внутрь его, чтобы произошло сильнейшее увеличение температуры, вследствие чего оба эти тела обращаются в громадный газовый шар, который мы и наблюдаем, как появившуюся новую звезду.

По другой теории (*теория Зеелигера*) звезда попадает при своем движении в огромную пылеобразную туманность. Проходя через такую туманность, она, подобно метеору в земной атмосфере, не только сама сильно раскаляется от встречного сопротивления, но и поднимает температуру окружающих ее частиц. Вследствие всего этого мы увидим ее как новую появившуюся звезду.

Движение звезд. Двести с лишним лет тому назад (в 1718 г.) *Галлей* заметил впервые, что „неподвижные" звезды, какими их считали раньше, на самом деле перемещаются в пространстве. Мы не замечаем этих перемещений звезд невооруженным глазом только потому, что звезды находятся на громадных от нас расстояниях.

Например, Альдебаран (α Тельца) за 2 тысячи лет передвинулся всего лишь на $1/5$ диаметра лунного диска, а Сириус — на $1^1/_2$, Арктур — на $2^3/_4$ диаметра лунного диска. Теперь, когда стали применять фотографию к наблюдению небесных светил, не нужно тысячелетий или столетий, чтобы заметить это перемещение звезд, достаточно для этого лишь нескольких лет, а иногда даже одного года.

Наибольшим собственным движением из известных нам звезд обладает „*звезда Барнарда*", открытая в 1916 г. астрономом Барнардом. Она находится в созвездии Змееносца и отстоит от нас на $6^1/_2$ световых лет. Эта звезда в год перемещается на 10,3 секунды, так что в течение 180 лет она передвинется на небе на длину поперечника лунного диска. Вследствие такого быстрого движения эту звезду называют также „*летящей звездой*".

В настоящее время известно собственное движение более чем у десятка тысяч звезд, однако пройдет не одно

тысячелетие, прежде чем изменится вид созвездий на небе, — до такой степени эти перемещения звезд ничтожны по сравнению с расстояниями до них.

Собственные движения звезд в пространстве происходят по *прямым линиям*, и до сих пор еще не замечено искривления звездных путей. Если даже звезды и двигаются в пространстве по огромным эллипсам или кругам, то обнаружить это во всяком случае удастся не так скоро, так как пути, проходимые звездами за время в 100—200 лет, не отличаются от прямых линий.

Видимое движение звезды на небе не дает нам полного представления об ее истинном движении в пространстве. Например, если звезда летит прямо на нас или от нас, то как бы быстро ни было это движение „по лучу зрения“, звезда будет нам казаться совершенно неподвижной. Однако спектральный анализ дает нам возможность обнаружить это движение звезды „по лучу зрения“, даже определить скорость этого движения, так называемую „*лучевую скорость*“. Она находится по смещению спектральных линий в спектре звезды к фиолетовому концу спектра — в случае приближения звезды к нам, и — к красному концу спектра — в случае удаления звезды от нас (*принцип Доплера-Физо*).

Таким способом определили у большинства звезд лучевые скорости. Они оказались невелики. Например, к нам приближаются Сириус со скоростью 8 *км* в сек., Арктур 5 *км* в сек. и Альтаир 33 *км* в сек., а удаляются от нас Альдебаран со скоростью 55 *км* в сек. и Капелла 30 *км* в сек. Отсюда мы видим, что Альтаир по истечении каждого года оказывается почти что на миллиард километров ближе к нам, чем в прошлом году. Однако расстояние до Альтаира так велико, что только через 7000 лет яркость его едва заметно возрастет, а именно увеличится всего лишь на [illegible] звездной величины.

Если сложить собственное и лучевое движение звезды по правилу параллелограмма (как это делается в механике), то мы получим величину и направление „*действительного*“ движения этой звезды в пространстве.

Солнце есть одна из звезд Млечного Пути. Солнце тоже не стоит совершенно неподвижно во вселенной. По определению Ньюкомба Солнце вместе со всеми пла-

наша перемещается в пространстве по направлению к созвездию Лиры со скоростью 20 км в секунду.

Применяя звездную статистику к изучению движения звезд, обнаружили, что из звезд медленнее всех движутся горячие белые звезды (класс *B*), а наиболее быстро желтоватые звезды (класс *G*). Это указывает на то, что белые звезды значительно дальше от нас, чем желтоватые звезды. Таким образом, в окрестностях нашего Солнца преобладают желтоватые звезды, близкие к Солнцу и по своей физической природе.

Звездные потоки. Теперь вполне естественно поставить вопрос: движутся ли все звезды в пространстве беспорядочно, или же в их движениях есть какая-нибудь закономерность?

Первое время после открытия собственного движения звезд предполагали, что звезды движутся беспорядочно — по всем направлениям и с различными скоростями — как молекулы газа. Однако исследования последних годов показали, что движения звезд не случайны, а закономерны. Первые попытки установить эту закономерность относятся к последним десятилетиям XIX века, когда астрономы обратили внимание на существование в разных частях неба так называемых „*звездных течений*", или „*звездных потоков*".

Например, первый звездный поток, обнаруженный этими исследователями, был „*поток Большой Медведицы*". Пять звезд Б. Медведицы имеют общее движение, а первая и седьмая звезды этого созвездия двигаются в другом направлении и не принадлежат к этому потоку.

Позднейшие исследования показали, что к потоку Б. Медведицы принадлежит около 27 звезд, по преимуществу ярких и разбросанных в разных частях неба, а именно — Сириус, Гемма (α Сев. Короны), Возничего и др. Этот огромный звездный поток движется параллельно плоскости Млечного Пути со скоростью около 30 км в секунду.

Еще интереснее другой звездный поток, так называемый *поток Гиад* (см. рис. 80). Около сотни звезд от 3-й до 10-й величины, входящих в группу Гиад (созвездие Тельца), движутся в одном направлении, как это показано на рис. 80. Но Альдебаран (α Тельца) — самая яркая

звезда из этой группы — движется иначе и не принадлежит к этому потоку.

Таким образом, Гиады двигаются в пространстве одним общим потоком, удаляясь от нашей солнечной системы по направлению к Бетельгейзе со скоростью 46 *км* в секунду. Если это движение Гиад будет продолжаться неизменно и дальше, то через 65 миллионов лет Гиады будут казаться с Земли звездной кучкой с поперечником меньшим, чем $^{1}/_{2}$ градуса, между тем как теперь они занимают на небе площадь больше, чем в 20 градусов.

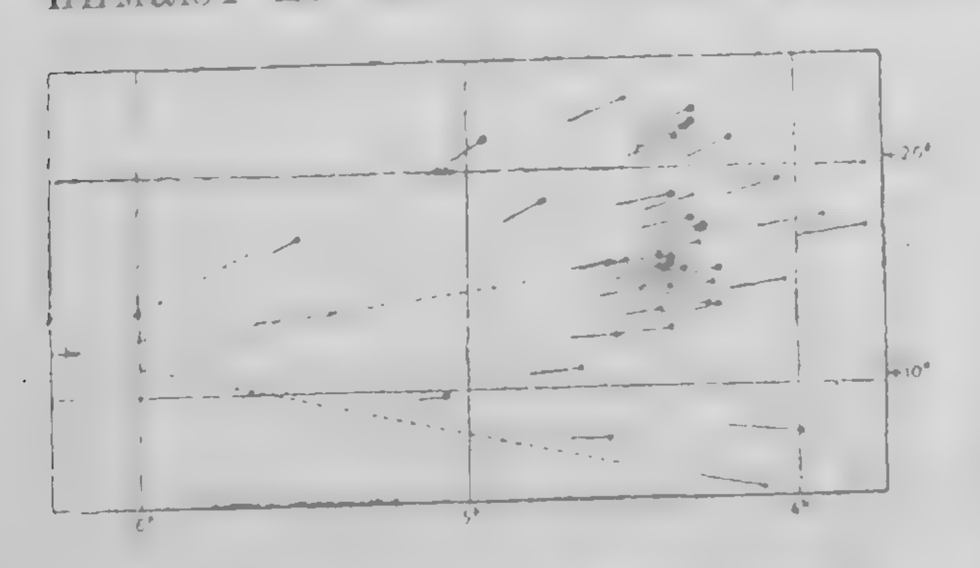


Рис. 80. Звездный поток Гиад.

Есть еще поток Персея, найденный астрономом С. К. Костинским, большой поток Скорпиона - Центавра, поток Плеяд и поток Ориона. Последние два потока состоят исключительно из гелиевых звезд (класс B), в то время как в потоке Б. Медведицы и в потоке Гиад нет ни одной гелиевой звезды. Нет никакого сомнения, что вскоре найдут еще несколько звездных потоков.

Все эти потоки являются лишь небольшими отдельными „*струйками*“ двух „*больших звездных течений Каптейна*“, названных так по имени астронома Каптейна, открывшего эти звездные течения в 1904 г.

Звездные скопления. В некоторых областях неба звезды так скучены, что они образуют *скопления*, или *кучи*, кажущиеся невооруженному глазу маленькими беловатыми пятнами. При помощи телескопа в них можно различить отдельные звезды. Как пример, укажем на так называемые „*Ясли*“ — звездное скопление около ε Рака и на *Плеяды* — звездное скопление около η Тельца (см. рис. 18 и зв. карту).

В Плеядах нормальный глаз различает 6 звезд, а более зоркий от 7 до 12, в зависимости от остроты зрения. В телескоп можно насчитать в Плеядах более чем 1000 звезд, а на фотографической пластинке их вдвое

2 326.

Все звездные скопления разбиваются на 2 основных группы: *рассеянные и шарообразные*. Первые имеют неправильное очертание, состоят из сравнительно редко разбросанных звезд, например Плеяды.

Шарообразные же скопления обладают правильной круглой формой. Чем ближе к центру, тем звезды расположены гуще — иногда даже в сильнейшие телескопы не удается разложить центральную массу такого скопления на отдельные звезды. Как на пример шарообразного скопления, укажем на скопление в созвездии Геркулеса (см. рис. 81). В этом скоплении астрономам удалось различить не менее 100000 звезд.

Рассеянные звездные скопления все расположены в Млечном Пути. По спектру звезды этих *скоплений* такие же, как и в Млечном Пути, поэтому *рассеянные* звездные *скопления представляют* собой просто сгущения звезд самого Млечного Пути. Совсем иное мы наблюдаем в шарообразных *звездных* скоплениях: они *находятся* вне Млечного Пути. Звезды, образующие эти скопления, суть гиганты, яркость которых превосходит Солнце в тысячи раз, а также много среди этих звезд — переменных.

Туманности. Еще бо́льший интерес, нежели звездные скопления, представляют *туманности*. Это — огромные массы светящегося и нагретого газа или метеоритной пыли и отдельных метеоритов, светящихся отраженным светом от близлежащих ярких звезд.

Некоторые из туманностей могут быть видимы простым глазом в виде туманных пятен. Например, знаменитая туманность Ориона, лежащая немного ниже трех ярких звед „пояса Ориона“, или большая туманность в созвездии Андромеды. Иногда бывает трудно решить, настоящая ли туманность перед нами, или же мы имеем дело с очень отдаленным звездным скоплением, которое никакие телескопы не могут разложить на отдельные звезды. В этих случаях вопрос разрешается при помощи спектроскопа.

По внешнему виду туманности делятся на *неправильные, планетарные и спиральные.*

К неправильным туманностям относятся такие, которые имеют вид облакообразных, хаотических масс. В большинстве случаев они состоят из газов и имеют



Рис. 81. Шарообразное звездное скопление в созвездии Геркулеса.

громадные размеры. Например, знаменитая туманность в созвездии Ориона (см. рис. 82).

Размеры ее огромны и даже трудно определяемы. Наиболее ярко светящаяся центральная часть занимает



Рис. 82. Туманность в созвездии Ориона.

пространство, равное диску Луны. В эту светлую область вторгается широкая темная полоса, а в самой светлой части есть какое-то темное отверстие, в котором ярко сияет четверная звезда θ Ориона („трапеция").



Рис. 83. Большая туманность в созвездии Андромеды

Планетарные туманности имеют форму маленьких дисков или колец. Их круглый слабо светящийся диск напоминает диск планеты, рассматриваемой в телескоп. Границы их резко очерчены, свечение равномерное в разных частях диска, но часто оно ярче к центру, где иногда бывает видна звезда. Например, так называемая кольцеобразная туманность в созвездии Лиры.

Наибольший интерес представляют, однако, *спиральные* туманности. Как пример спиральной туманности, укажем на знаменитую туманность в созвездии Андромеды, которую можно различить простым глазом в виде слабого светлого пятна. При рассматривании ее в небольшую зрительную трубу она представляется светящимся овалом с ярким центральным сгущением, а применяя большие телескопы и фотографию, мы увидим, что центральное светлое ядро окружено светлыми кольцами, между которыми находятся темные промежутки (см. рис. 83).

Кольца сильно вытянуты — кажутся эллипсами и довольно сближены между собой, потому что вся туманность Андромеды расположена наклонно к лучу зрения, — почти ребром.

Эта туманность не состоит из газов: спектр ее скорее солнечного типа. Поэтому выдвигаются два предположения относительно туманности Андромеды: или она — огромное звездное скопление, похожее на наш Млечный Путь, но так далеко от нас отстоящее, что „разложить“ ее на отдельные звезды не удается никаким способом, или же это — огромное скопление космической пыли, освещенное большим центральным светилом. В первом случае — она отстоит от нас на громадном расстоянии в несколько миллионов световых лет, во втором случае, наоборот, она должна быть очень близка к нам.

ГЛАВА XVIII.

ЭВОЛЮЦИЯ МИРОВ.

Опыт Плато. Вопросом происхождения и эволюции миров занимались и занимаются крупнейшие астрономы и математики: *Лаплас*, *Рош*, *Анри Пуанкаре*, *Ляпунов*, *Мультон*, *Джордж Дарвин* (сын знаменитого естествоиспытателя Ч. Дарвина), *Си*, *Аррениус*, *Джинс* и другие.

Эволюционная теория миров ведет к более детальному уяснению научных данных, на которых она основывается. Она способствует открытию новых фактов и заключает в себе столь необходимый для всякого широкого обобщения критический разбор всех прежних теорий. Наконец, она знакомит нас с „диалектикой природы“ и укрепляет ту основу, на которую опирается стройное здание марксистского материалистического мировоззрения.

Бельгийский физик *Плато* в 1845 г. произвел впервые следующий простой опыт. Наливают в стакан воду и спирт и все хорошенько смешивают. Опускают в эту смесь несколько капель деревянного или прованского масла. Масло, как известно, тонет в спирте и плавает в воде. В этой смеси воды и спирта, удельный вес которой равен удельному весу масла, оно займет среднее положение. Масло будет находиться в середине стакана и примет шарообразную форму.

Возьмем теперь тонкую палочку и один конец ее заострим в виде лопаточки. Введем эту лопаточку в наш масляный шар, как это показано на рис. 84, и начнем вращать палочку, двигая ее между ладонями. От быстрого вращения масляный шар начнет сплющиваться.

Его сжатие заметно уже при скорости 1 оборот за 5—6 секунд и делается все больше и больше по мере увеличения скорости вращения. Наконец, при скорости

3 оборота в 1 секунду, от шара отрывается кольцо, которое вращается вокруг центральной массы в ту же сторону, в какую вращается масляный шар.

При дальнейшем увеличении скорости вращения кольцо рвется в одном месте или в нескольких местах. В первом случае, когда кольцо разорвалось в одном месте, — вся масса кольца быстро стягивается в один шарик, вращающийся вокруг своей оси и двигающийся вокруг центральной массы. Вращение образовавшегося шарика и движение его вокруг центральной массы происходит всегда в ту же сторону, в какую вращается центральная масса, от которой оторвалось это кольцо.

Во втором случае, когда кольцо разорвалось на несколько частей, — масса каждой такой отдельной части кольца стягивается в небольшой вращающийся шарик. Все эти шарики вращаются вокруг своих осей и двигаются вокруг центральной массы. Это вращение и движение всегда совершается в ту же сторону, в какую вращается центральная масса (см. рис. 84).

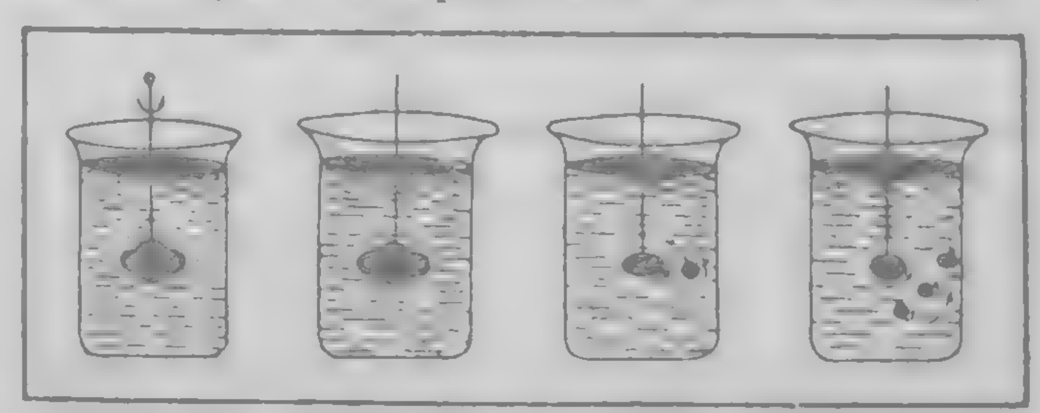


Рис. 84. Опыт Плато. Образование кольца и спутников.

Этот опыт показывает нам, во-первых, что если частицы жидкости (в данном случае масла) находятся под влиянием только сил сцепления и взаимного притяжения, то жидкость принимает обязательно шарообразную форму. Во-вторых, от вращения шарообразная форма переходит в эллипсоидальную (шар, сжатый по оси вращения), а затем при достаточной скорости вращения от этого эллипсоида отделяется кольцо. В-третьих, вращение кольца и образовавшихся спутников, а также и движение их вокруг центральной массы происходит всегда в ту же сторону, в какую вращается центральная масса. Наконец, в-четвертых, это движение спутников вокруг центральной массы совершается в экваториальной плоскости или в плоскости, близко к ней лежащей.

Движение и вращение. Из техники нам известно, что если к телу приложено несколько сил, направлен-

ных в разные стороны и не лежащих в одной плоскости, то все эти силы всегда в результате приводятся к *одной движущей силе и к одной вращающей силе.*

Эта движущая сила сообщает телу поступательное движение, а вращающая сила сообщает телу вращение.

Таким образом, всегда все приложенные к телу силы в результате дают одну движущую силу и одну вращающую силу, т. е. тело, подвергающееся воздействию нескольких сил, обязательно будет и двигаться и вращаться.

Действительно, если внимательно наблюдать, то мы увидим, что брошенное тело всегда при полете своем обязательно вращается. Например, камень, мячик, если мы их бросим, летят и вращаются. Одним словом, движение брошенного тела всегда сопровождается его вращением. Не может быть, чтобы небесное тело только двигалось, не вращаясь при этом, или чтобы — только вращалось, не двигаясь в пространстве. Обязательно должно быть и вращение и движение у небесного тела.

Эта экскурсия в область механики была для нас необходима, так как она показала нам, как легко в природе тело может получить вращательное движение, а вращательное движение при образовании миров является необходимым условием.

Из опыта Плато мы знаем, что жидкость, находящаяся под влиянием лишь сил внутреннего сцепления и тяготения, принимает всегда шарообразную форму (фиг. I на рис. 85). Но если этот шар привести во вращательное движение, то он будет все сплющиваться и сплющиваться по мере увеличения скорости вращения, т.-е. сделается *сфероидом*, иначе говоря, *эллипсоидом вращения* (фиг. II на рис. 85).

Если скорость вращения сфероида будет увеличиваться, то он отделит от себя кольцо, как это нам известно из опыта Плато.

Невольно возникает вопрос: откуда же может увеличиваться скорость вращения такого тела? То, что тело может вращаться, это нам ясно. Мы ведь только что показали, что если к телу приложено несколько сил, действующих в разные стороны, то это тело обязательно будет и двигаться и вращаться. Таким образом, появление вращения у какой-нибудь массы вещества вполне естественно и понятно. А теперь остается только вы-

нить — почему может увеличиваться скорость вращения тела?

Если вращающееся тело предоставить самому себе, т. е. когда на него больше не влияют посторонние силы, то его энергия, по закону сохранения энергии, все время остается неизменной. Эта энергия вращающегося тела, как нам известно из механики, зависит от величины произведения квадрата радиуса тела на угол поворота тела в 1 секунду.

При охлаждении тела, как мы знаем, объем тела уменьшается, следовательно уменьшается и его радиус. А так как энергия тела должна оставаться все время неизменной, то, чтобы произведение квадрата радиуса на угол поворота тела в 1 секунду оставалось неизменным при уменьшающемся радиусе, нужно, чтобы второй множитель этого произведения — угол поворота тела в 1 секунду — увеличился, т. е., иначе говоря, нужно, чтобы скорость вращения у тела увеличилась.

Таким образом, с охлаждением тела скорость вращения его должна постепенно увеличиваться, т. е. тело будет вращаться быстрее.

Если жидкая масса не вращается, то она, как известно, принимает обязательно шарообразную форму. Шарообразная форма поэтому является так называемой *фигурой равновесия* в случае невращающейся жидкости. Но если жидкая масса вращается, то фигурой равновесия ее будет *сфероид*, или, иначе говоря, *эллипсоид вращения*.

Знаменитые французские математики *Лаплас* и *Клеро* нашли, что характер фигуры равновесия вращающейся жидкости зависит от отношения центробежной силы к силе тяжести на экваторе.

Если это отношение равно нулю (когда центробежная сила равна нулю), то мы имеем невращающуюся жидкость, и тогда фигурой равновесия будет шар. При увеличении скорости вращения будет увеличиваться это отношение центробежной силы к силе тяжести, и фигурой равновесия будет эллипсоид вращения. Чем меньше скорость вращения, тем меньше это отношение центробежной силы к силе тяжести, тем меньше сжатие этого эллипсоида, тем устойчивее эллипсоид. Он больше тогда похож на шар.

С увеличением же скорости вращения сжатие эллипсоида все увеличивается и увеличивается, — эллипсоид делается все менее и менее устойчив. Когда отношение центробежной силы к силе тяжести сделается равным 0,281, эллипсоид вращения будет уже неустойчивой фигурой равновесия. И при дальнейшем увеличении скорости вращения эллипсоида от экваториального вздутия его отделяется кольцо, из которого потом образуются спутники.

Апиоид. Так протекает эволюция жидкого вращающегося тела, когда нет поблизости другого тела, вносящего своим притяжением в эту эволюцию очень существенные изменения.

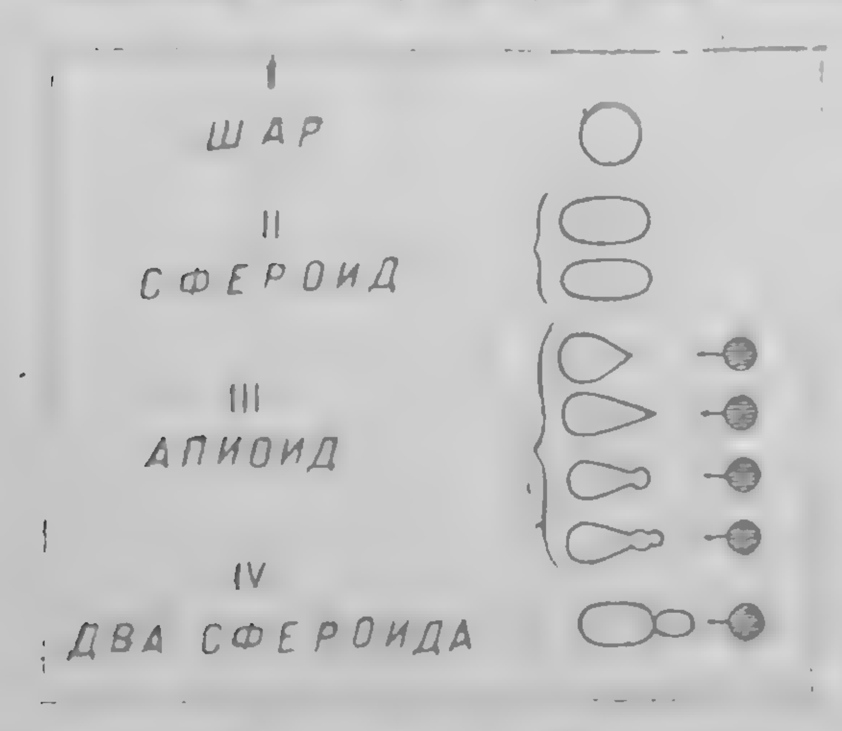


Рис. 85. Эволюция форм: шар, сфероид, апиоид.

Действительно, предположим, что поблизости от вращающегося жидкого эллипсоида находится другое тело. Тогда это тело своим притяжением вызовет на вращающемся эллипсоиде приливы подобно тому, как Луна и Солнце вызывают у нас на Земле приливы, наблюдаемые в открытых морях и океанах.

Эти приливы перемещаются по поверхности эллипсоида в сторону, обратную вращения эллипсоида, своим трением задерживают вращение эллипсоида и этим уменьшают его скорость вращения. Таким образом, присутствие постороннего тела может вызвать приливное действие, которое будет замедлять вращение эллипсоида. Но более сильное приливное действие от этого постороннего тела (см. фиг. III на рис. 85) может изменить даже форму вращающегося жидкого эллипсоида.

Сфероид (эллипсоид вращения) уже не будет фигурой равновесия. Равновесие нарушится, и тело вместо эллипсоидальной формы примет грушевидную, называемую в математике „*апиоидом*, или „*грушевидной фигурой Пуанкаре*“. На рис. 85 как раз показан этот постепенный переход эллипсоида в апиоид разных типов.

Сначала, притяжение посторонней массы вызовет остроконечное вздутие с одной стороны эллипсоида

Затем, это вздутие делается больше и длиннее. Потом образуется перетяжка на шейке вздутия, точно как у груши (отсюда и название этой формы — грушевидная — апиоид). Наконец, перетяжка рвется, и из апиоида получается два эллипсоида, почти соприкасающиеся между собой. Когда притяжение посторонней массы очень сильно, тогда на шейке отростка образуется несколько перетяжек (2—3), и в результате будет 2 — 3 спутника.

Такие грушевидные формы жидкости можно наблюдать, если плеснуть воду на горячую плиту. Маленькие капли воды принимают сфероидальную форму. Чем меньше капля, тем она ближе по форме своей к шару. Но большие капли воды имеют форму, отличающуюся от сфероида, а именно — грушевидную форму (апиоид). Мы легко заметим, смотря на эти большие капли воды на горячей плите, как их несимметричная грушевидная форма распадается на сфероиды и маленькие шарики.

Эволюция Земли и Луны. Рассмотрим теперь более подробно эволюцию Земли и Луны. Теория эволюции Земли и Луны основана на исследованиях, произведенных в самое последнее время крупнейшими математиками и астрономами: *А. Пуанкаре, Дж. Дарвином* и *Джинсом*. Их исследования носили чисто математический характер, были проверены на наблюдениях приливов, на наблюдениях двойных и переменных звезд и считаются, поэтому, наиболее достоверными из всех космогонических теорий.

На основании этих исследований, Дж. Дарвин предполагает, что Земля и Луна раньше составляли одно огненно-жидкое тело с диаметром немного больше 13 000 *км*. Эта огненно-жидкая масса вращалась вокруг своей оси очень быстро: она делала один оборот в 5 часов. Плоскость ее экватора была наклонена к плоскости эклиптики на 11—12°.

Масса эта вращалась так быстро, что под влиянием солнечных приливов равновесие ее было неустойчиво и эллипсоид вращения (фиг. II на рис. 85) перешел в апиоид (фиг. III на рис. 85), который затем отделил от себя Луну. В это время Луна и Земля почти соприкасались между собой (см. фиг. IV на рис. 85) и обращались

вокруг общего их центра тяжести и вокруг своих осей в одно и то же время (около 5 часов).

Затем, сокращаясь от охлаждения, Земля и Луна стали вращаться быстрее — сутки на Земле сделались короче лунного месяца, и на Земле начались приливы, вызванные Луною.

Лунные приливы замедляли вращение Земли вокруг оси, и сутки на Земле постепенно удлинились от 5 часов до теперешней величины — 24 часов. Подобным же образом Земля производила приливы на Луне и увеличивала длину лунных суток, пока они не сравнялись с лунным месяцем, т.-е. пока Луна не стала показывать Земле только одну свою половину.

Наклон плоскости земного экватора к эклиптике постепенно возрос от 11 или 12 до $23^1/_2$°, а плоскость лунной орбиты, раньше совпадавшая с плоскостью земного экватора, меняла свое положение, пока не достигла нынешнего наклона к плоскости эклиптики в 5°. Кроме того, это приливное действие удалило Луну от Земли. В момент образования Луны она почти касалась Земли, а затем постепенно расстояние между Землей и Луной все возрастало и возрастало, пока Луна не удалилась от Земли на 384 000 *км*.

Время, необходимое для всей этой эволюции, для того, чтобы Земля и Луна пришли в теперешнее состояние, громадно: его нужно считать тысячами миллионов лет. Сначала удаление Луны от Земли шло очень быстро, потом постепенно замедлялось и теперь происходит с крайней медленностью.

Заглянем теперь в будущее Луны и Земли, так же как мы заглянули в их прошлое, и скажем, что будет дальше с Землей и Луной. Теория Дж. Дарвина дает нам на это следующий ответ.

Если бы кроме Земли и Луны не было других небесных тел, то эволюция Земли и Луны приостановилась бы на неопределенно долгое время. Земля, вращающаяся теперь вокруг оси в 24 часа, и Луна, двигающаяся вокруг Земли и вращающаяся вокруг своей оси в один и тот же промежуток времени—в $27^1/_3$ суток, находятся в состоянии равновесия. Но другие небесные тела и, конечно, прежде всего Солнце, оказывают свое разрушающее действие на систему „Земля и Луна“. Солнце и Луна

своим притяжением вызывают на Земле приливы, которые все больше и больше будут замедлять вращение Земли вокруг оси. Солнце замедлит движение Луны вокруг Земли, а Солнце и Земля приливным действием замедлят вращение Луны вокруг ее оси.

Вследствие этого, земные сутки, лунный месяц и время оборота Луны вокруг оси — будут все увеличиваться и увеличиваться. По вычислениям Дж. Дарвина, увеличение земных суток в настоящее время идет скорее, чем увеличение лунного месяца. Такое увеличение земных суток будет продолжаться и в дальнейшем. Когда сутки на Земле станут вдвое длиннее теперешних, Луна будет делать один оборот вокруг Земли в течение 37 теперешних земных суток.

Это медленное увеличение земных суток и лунного месяца будет продолжаться непрерывно до тех пор, пока продолжительность одного оборота Земли вокруг оси не удлинится, по расчетам Дж. Дарвина, до 55 теперешних земных суток. Тогда продолжительность обращения Луны вокруг Земли, т. е. лунный месяц будет тоже составлять 55 теперешних земных суток.

Это равенство времен вращения Земли вокруг оси и Луны вокруг Земли выразится в том, что Луна не только будет обращена, как теперь, одной своей половиной к Земле, но будет постоянно находиться против одного и того же места на земной поверхности. Оба эти тела — Земля и Луна — будут тогда двигаться так, как если бы они были соединены между собой твердой балкой.

Что же говорит нам теория Дж. Дарвина о дальнейшей эволюции Земли и Луны?

Если бы не было Солнца и других небесных тел, то такое состояние,—движение Луны вокруг Земли и вокруг своей оси в тот же промежуток времени, в какой Земля делает полный оборот вокруг своей оси, — оставалось бы неизменным. Оно является состоянием равновесия. Но, вследствие притяжения Солнца и планет, земные сутки будут все увеличиваться и увеличиваться, хотя и очень медленно.

Это увеличение суток возобновит действие лунных приливов, которые расшатают эту систему равновесия. От этого расстояние между Землей и Луной начнет уменьшаться, и Луна будет приближаться к Земле. Это

будет продолжаться до тех пор, пока Луна не упадет на Землю. Тогда наступит „конец" Земли и „конец" Луны: они соединятся в одно тело, и эволюция Земли и Луны опять пойдет сначала.

Эволюция двойных и переменных звезд. При образовании Луны аппоид „Земля-Луна" разорвался на две части, которые вследствие приливного трения постепенно отходили одна от другой. Так родилась Луна.

Переменные звезды, представляющие собой громадные „пульсирующие Солнца" (см. гл. XVIII), суть не что иное, как огромные аппоиды, видимо, еще не разорвавшиеся на части.

Спектрально-двойные звезды и некоторые переменные звезды (типа Альголя и типа β Лиры), как мы знаем из предыдущей главы, представляют собой две огромные массы, находящиеся очень близко одна от другой и двигающиеся одна вокруг другой,—иными словами, это сфероиды, образовавшиеся вследствие разрыва аппоида.

Кто же является виновником разрыва такого громадного аппоида, каким была масса до образования двойной звезды?

Образование Луны, отделившейся от Земли, вызвано было притяжением Солнца. Виновниками же образования двойных звезд являются близлежащие громадные ядра туманности.

Возьмем например одну из самых красивых двойных звезд Кастора (α Близнецов). Уже в небольшую зрительную трубу Кастор виден как двойная звезда. Период обращения его громаден: он составляет около 350 лет. Спектроскоп показывает нам, что каждая из составляющих Кастора звезд в свою очередь является очень тесной двойной звездой: период одной из них — 9 суток, а другой — 3 суток.

Таким образом, Кастор есть, собственно говоря, четверная звезда. Она образовалась из двух смежных ядер одной туманности, причем каждое из них производило приливное действие на другое, а это приливное действие вызвало деление обоих ядер, что в результате и дало четверную звезду — Кастор в созвездии Близнецов.

Кроме того, наблюдения тройных звезд показали, что у них всегда расстояние между двумя составляющими бывает очень велико, а третья составляющая лежит очень

близко к одной из двух первых. Это опять подтверждает наши рассуждения: звезда сначала сделалась двойной, а потом приливное действие одной из составляющих звезд этой пары вызвало разрыв другой составляющей звезды. Особенно благоприятным обстоятельством для разрыва является быстрота вращения, вследствие чего тело теряет устойчивую форму равновесия и, перейдя из эллипсоида в апиоид, разрывается на части.

Но почему же Солнце — одинокая звезда, которая все еще не обратилась в двойную звезду? Это происходит оттого, что Солнце сравнительно медленно вращается вокруг своей оси.

Не нужно удивляться также и обилию двойных и переменных звезд во вселенной. Внутри больших звездных скоплений, как мы видели в предыдущей главе, наблюдается очень много двойных и переменных звезд.

Это и понятно: там звезды лежат гораздо ближе одна к другой, чем в пространстве, окружающем Солнце, а поэтому чаще могут быть сближения и разрывы звезд вследствие взаимного приливного действия. Кроме того, ядра туманности, из которых образуются, как мы узнаем из дальнейшего, отдельные звезды, имеют в большинстве случаев неоднородное строение.

При быстром вращении такой массы неоднородность строения ее может вызвать разрыв этой массы и превратить ее в двойную звезду. Таким образом, есть очень много причин, благоприятствующих образованию именно двойных звезд, а не одиноких.

А как же образовались вообще звезды? Как образовалось наше Солнце и вся наша вселенная?

Перейдем теперь к этим основным вопросам, обобщающим всю эволюционную теорию миров.

Как образовались звезды. При изучении различных миров вселенной мы видим, что звезды и туманность суть два основных типа небесных тел. Поэтому является вопрос: какая же между ними связь? Еще со времени *Вильяма Гершеля* (XVIII в.) считают туманности тем материалом, из которого путем сгущения образуются звезды.

Взгляните в ясную зимнюю ночь на созвездие Тельца и найдите в нем кучку мелких звезд, так называемые Плеяды. На фотографическом снимке Плеяд каждая звезда оказывается окруженной большой туманностью,

заполняющей все промежутки между ними и окутывающей всю эту звездную кучу.

Спектроскоп показал, что свет от этой туманности отраженный. Это говорит нам, что туманность в Плеядах темная и, по всему вероятию, состоит из метеоритов, в то время как сами Плеяды суть чрезвычайно яркие звезды-великаны, принадлежащие к классу B (гелиевые). Таким образом, связь этой туманности со звездной кучей Плеяд несомненна, и вполне вероятно происхождения Плеяд из этой темной метеоритной туманности.

То же самое мы видим и в огромной туманности Ориона (см. рис. 82). Под тремя звездами, называемыми „поясом Ориона", тянется громадная туманность Ориона. Спектроскопические исследования обнаружили, что более яркая часть этой туманности светит собственным светом и состоит из газа, а более отдаленные части ее светят отраженным светом и повидимому состоят из метеоритов. Вся туманность движется так же, как и близлежащие звезды Ориона, а более яркая часть этой туманности, кроме того, вращается еще и вокруг оси. Особенно характерна область этой туманности, лежащая около звезды ζ Ориона.

Рассмотрим теперь, как будет происходить эволюция внутри такой туманности. Возьмем для примера опять метеоритную туманность Ориона. Так как есть связь между этой туманностью и звездами Ориона, что было видно из предыдущего, то можно предположить, что эта туманность удалена от нас на то же расстояние, на какое удалены звезды Ориона, т. е. на 650 световых лет.

Отсюда можно вычислить размеры этой туманности. Они громадны. Поперечник этой туманности в десятки миллионов раз больше поперечника земной орбиты, равного 300 миллионам *км*.

Каждый метеорит и целые потоки метеоритов этой туманности под влиянием взаимного тяготения перемещаются по разным направлениям и с разной скоростью. Вследствие этого метеориты будут сталкиваться между собой, нагреваться и выделять газ. Все эти частицы будут притягиваться к центру тяжести туманности.

От этого начнется уплотнение туманности и приток к центру туманности разогретого вещества, которое, разогреваясь все более и более от столкновения частиц

между собой, обратится в светящийся газ. Таким образом, в средине холодной метеоритной туманности возникнет обширная газовая светящаяся туманность, такая, какую мы видим, например, в средней части туманности Ориона.

Как только газовая туманность начнет излучать свет, начинается ее дробление. Действительно, в светящейся газовой туманности действуют две силы: 1) сила тяготения — сила, собирающая частицы вещества, и 2) световое давление — сила, отгоняющая частицы вещества.

Одна из этих сил стремится притянуть частицу к центру туманности, а другая сила гонит ее прочь. Конечно, в огромной, сильно разреженной газовой массе сила взаимного притяжения частиц будет слаба, а большее значение будет иметь вторая сила — световое давление. С таким явлением мы встречались уже при изучении строения кометных хвостов (см. гл. XVI).

Таким образом, под влиянием светового давления, от самого ничтожного толчка — от притяжения мимо проходящих тел или от неправильности в распределении вещества в самой туманности — начнется деление туманности на части, подобно случаю, приведенному на рис. 86.

На этом рисунке изображена одна из красивейших туманностей созвездия Стрельца, которая на наших глазах разрывается на несколько частей под влиянием мощных отталкивательных сил светового давления.

До каких же пор будет продолжаться это дробление туманности? До тех пор, пока куски туманности не сделаются настолько малы, что сила тяготения частиц станет преобладать над силой светового давления. По вычислению *Эддингтона* оказывается, что для этого нужно, чтобы масса отделившегося куска туманности не была больше 10 солнечных масс.

Каждый из таких кусков-ядер туманности, по отделении от основной светящейся туманности, представляет собой газовую светящуюся массу неправильной формы, окруженную одной, общей для всех ядер, темной метеоритной туманностью.

Посмотрите на рис. 86 — и вы легко можете себе представить, как после образования щелей в светящейся туманности световое давление разгоняет эти ядра-куски в разные стороны. Внизу на этом рисунке вы увидите уже

отделившиеся от этой туманности куски в виде газовой светящейся массы неправильной формы.



Рис. 86. Деление на части туманности, находящейся в созвездии Стрельца (по фотографии).

Эти ядра-куски светящейся туманности будут находиться под действием сил светового давления, взаимного притяжения ядер, притяжения внутри самого ядра и притяжения от частей окружающей темной метеоритной

туманности. Все эти силы не уравновесят друг друга и обязательно приведут к движению и вращению самих ядер.

Таким образом, начнется вращательное движение светящейся части туманности внутри неподвижной темной метеоритной туманности, т. е. то, что мы и наблюдаем в туманности Ориона. Будет вращаться вся светящаяся газовая туманность вокруг оси, проходящей через ее центр тяжести, а также будут вращаться и отдельные ядра, каждое вокруг своей оси.

Но, как только начнется это вращательное движение, появится центробежная сила и приливное взаимодействие



Рис. 87. Линзообразная туманность в созвездии Секстанта.

отдельных ядер друг на друга. Из бесформенных масс эти ядра обратятся в шары, в сфероиды и, наконец, в апиоиды. Вся же туманность из бесформенной сделается линзообразной, как чечевица (см. рис. 87).

Ядра, постепенно уплотняясь и вращаясь вокруг оси все с увеличивающейся скоростью, превратятся в звезды-гиганты, т. е. в огромные шары и сфероиды сильно разреженных газов, подобно Антаресу, Бетельгейзе, Альдебарану, Арктуру.

Уплотняясь дальше и увеличивая скорость вращения, ядра-сфероиды будут отделять от себя кольца или, чаще всего, обращаться в апиоиды. Последние же, как мы уже знаем, отделят от себя спутников, т. е. превратятся в двойную, тройную и вообще кратную звезду.

Вместе с этим постепенно будет идти и дальнейший процесс уплотнения звезды. Из класса M она перейдет

постепенно в класс *K*, *F*, *A*, *B* и вернется опять через классы *A*, *F* и *K* в класс *M*, т. е. из звезды-гиганта обратится в звезду-карлика, подобную нашему Солнцу (подробно об этом см. гл. XVII).

Так рождаются звезды, так протекает эволюция отдельной звезды от туманности до звезды-Солнца.

Что же будет дальше с самой линзообразной туманностью? В этой области имеются исследования знаменитого астронома *Джинса*. Они слишком сложны и трудны, чтобы их здесь привести полностью. Эти работы *Джинса* показали, что такая линзообразная туманность, вследствие приливного воздействия других, вне ее находящихся, тел начнет выбрасывать из двух мест острого края туманности газообразное вещество обязательно в виде двух громадных струй, или потоков.



Рис. 88. Спиральная туманность в созвездии Гончих Собак (по фотографии).

Эти струи, или потоки вещества будут обвивать центральную массу туманности в виде двух *спиральных* ветвей. Не нужно думать, что это извергнутое из туманности вещество расположится и будет двигаться по дугам круга. Нет. Оно располагается и двигается по особым кривым линиям, называемым в математике *спиралями*.

Движение вещества в такой туманности идет так, как будто бы вещество течет по этим спиралям от центральной массы наружу (рис. 88). Спираль будет все закручиваться и закручиваться, пока совершенно не исчезнет спиральный вид самой туманности.

Одним словом, линзообразная туманность обратится в *спиральную туманность*, и обязательно с двумя ветвями, подобно изображенной на рис. 88.

На обе ветви сгусток спиральной туманности действует сила притяжения центральной массы туманности, сила притяжения всех других мировых тел, находящихся „по соседству" с туманностью, и силы притяжения сгустков самих ветвей туманности, силы светового давления, центробежные силы и силы приливного воздействия. В результате все эти силы содействуют распадению вещества этих ветвей на отдельные куски.

Спустя много сотен миллиардов лет светящаяся центральная масса спиральной туманности будет обвита целым рядом последовательно выброшенных ветвей. Затем пройдет еще много сотен миллиардов лет — и все эти ветви и сама центральная масса распадутся на отдельные куски, которые превратятся впоследствии в отдельные звезды.

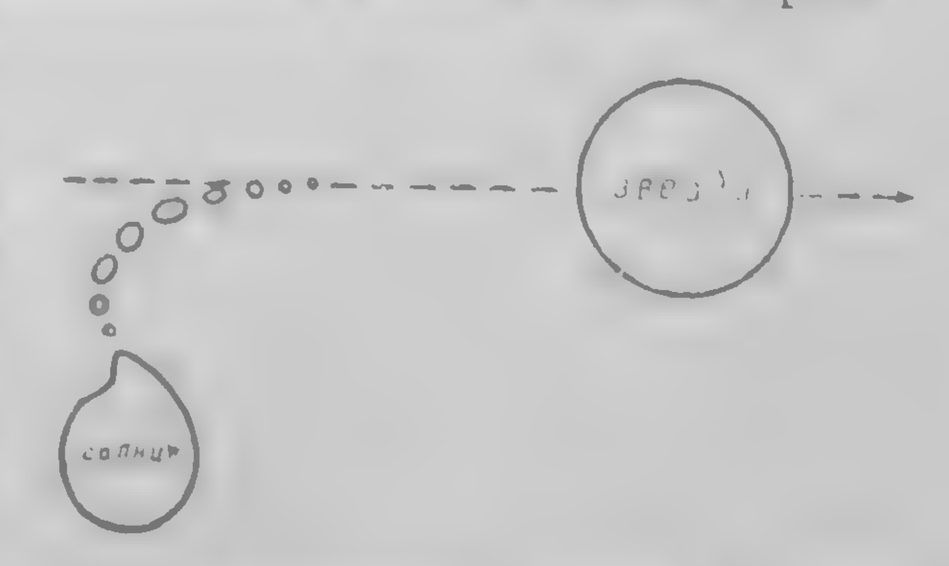


Рис. 89. Образование планет и Земли.

Наконец, вся туманность, перейдя из линзообразной в спиральную, обратится в громадное шаровое звездное скопление, подобное скоплению в Геркулесе (см. рис. 81).

Так созидаются солнца — отдельные звезды, так рождаются звездные миры, так образуются звездные скопления, кучи звезд, Млечные Пути звезд — звездные вселенные.

Как образовались планеты и их спутники. Теперь посмотрим, как же образовались планеты и их спутники?

В самое последнее время, в 1917 — 19 г.г., астроном Джинс разработал следующую теорию образования планет и их спутников. Эта теория принята теперь в науке, как наиболее достоверная. Согласно этой теории Джинса Солнце при своем движении в пространстве могло приблизиться к какому-нибудь другому Солнцу, к другой звезде. Тогда, под влиянием притяжения от этой другой звезды, Солнце приняло сперва форму апиоида. Затем, этот апиоид-Солнце выделил из себя планеты (см. рис. 89), подобно тому, как Земля отделила от себя Луну.

Так образовались Земля и отдельные планеты нашей солнечной системы. Большинство спутников планет образовалось таким же способом, т. е. они отделились от своих планет подобно тому, как Луна отделилась от Земли. Однако, небольшие и дальние спутники у некоторых больших планет, как например у Юпитера и у Сатурна, могли образоваться и иначе, а именно „путем захвата".

Норвежский астроном *См* в 1912 г. для объяснения образования таких спутников планет выдвинул так называемую „гипотезу захвата". Согласно этой гипотезы, планеты, двигаясь среди темной метеоритной туманности, могли встретить на своем пути небольшие метеоритные массы и своим притяжением закружить их вокруг себя. Так, вследствие приближения — „путем захвата" — могли получиться спутники у Юпитера и Сатурна, двигающиеся в обратном направлении, чем остальные спутники.

Эволюционная схема образования миров. Сделаем теперь краткую сводку-обзор всего вышеизложенного и в виде простой схемы представим себе всю эволюцию миров согласно последним достижениям науки. Эта эволюция миров может быть изображена при помощи следующей схемы (см. рис. 90).

Эта эволюционная схема образования и развития миров наглядно показывает нам, что основой образования миров является темная метеоритная туманность неправильной формы. Затем происходит сгущение в отдельных частях этой туманности. Потом образуется газовая светящаяся туманность, которая распадается на отдельные ядра неправильной формы. Эти ядра начинают вращаться, и сама туманность тоже вращается.

Если туманность велика, то дальнейшая ее эволюция идет по правой ветви, а если туманность мала, — то по левой ветви (см. рис. 90).

Таким образом, большая вращающаяся туманность превращается сперва в линзообразную туманность, которая потом переходит в спиральную туманность. А последняя — в звездное скопление. Звездное скопление состоит из отдельных звезд, которые, пройдя свою эволюцию от гиганта к карлику, образуют планеты и спут...

Небольшая же вращающаяся туманность сразу ...падается на отдельные звезды, которые, превращаясь ...

Темная метеоритная туманность неправильной формы.

Сгущение в отдельных частях туманности.

Образование газовой светящейся туманности.

Деление туманности на отдельные ядра неправильной формы.

Вращение ядер и вращение самой туманности.

Образование из ядер звезд-гигантов, двойных, кратных и переменных звезд.

Постепенный переход к звездам-карликам.

Образование планет.

Образование спутников.

Образование линзообразной туманности.

Образование спиральной туманности.

Образование звездного скопления.

Образование звезд-гигантов, двойных, кратных и переменных звезд.

Постепенный переход к звездам-карликам.

Образование планет.

Образование спутников.

Рис. 90. Эволюционная схема образования миров.

гигантов в карлики, в результате дадут планеты и спутники.

Как образовались туманности. Проследив эволюцию миров от туманности до мельчайшего спутника планеты, мы невольно зададим себе вопрос: как же

[illegible] ленной, где создаются звезды-солнца?

В настоящее время научно установлено, что основой всего существующего является материя, что она существует независимо от нашего сознания и представления. Основным условием бытия материи является движение, без которого нет материи, так же, как нет движения без материи. Другими формами бытия материи являются время и пространство: нельзя допустить существование материи вне времени и пространства. Кроме движущейся, изменяющейся и развивающейся материи ничего другого нет. Нет никакого „духа божьего“, нет никакого бога, творящего мир и управляющего его процессами.

Знаменитый французский химик *Лавуазье* еще в конце XVIII века доказал на опыте, что материя вечна и не может быть ни уменьшена, ни увеличена, ни создана „из ничего“, ни уничтожена. Количество материи, наполняющей бесконечное мировое пространство, остается неизменным. Когда тело исчезает, оно только меняет свою форму. Например, когда уголь сгорает, он не пропадает, а превращается в газообразную углекислоту. Итак, материя изменяется по форме, но не появляется и не исчезает, т. е. материя существует вечно.

Новейшие научные исследования показали, что вся материя состоит из *протонов и электронов*. Электроны двигаются вокруг протонов по эллиптическим и круговым путям. Протон — это материальная частичка, заряженная положительным электричеством, а электрон — материальная частичка, заряженная отрицательным электричеством. Например, атом легчайшего из газов — водорода — состоит из 1 протона и 1 электрона, обращающегося вокруг протона по эллиптической орбите, а в атоме радия вокруг положительного ядра (протона) обращаются 88 электронов.

При очень высокой температуре протоны и электроны находятся в таком беспорядочном и быстром движении, при котором не могут образоваться атомы материи, так как для образования атома определенного вещества нужно определенное для этого вещества число электронов, двигающихся вокруг протона с определенной скоростью.

Но если допустить существование в пространстве смеси протонов и электронов при благоприятных условиях, например, при определенной температуре и давлении, то из этой смеси могут образоваться атомы, из атомов — частицы туманности, а затем и другие небесные тела.

Всякое небесное тело в результате охлаждения покрывается твердой корой, перестает светить и делается совершенно темным: но на этом оно не оканчивает своей эволюции. Далее наступает долгий период разрушения. Всякое небесное тело в этот период своей эволюции весьма медленно разрушается, т. е. другими словами, составляющие его атомы постепенно и медленно распадаются на протоны и электроны, подобно тому как распадаются атомы радия, урана и тория.

Само собой понятно,—атомы всех химических элементов распадаются: только одни из них—более энергично, а другие—более медленно. Таким образом, все миры вселенной, как и все атомы, распадаются на протоны и электроны. При этом распаде на протоны и электроны материя не исчезает, а только изменяет свой вид, свою форму.

Итак, мировые тела и атомы материи живут, дряхлеют и умирают, распадаясь на протоны и электроны. Эти протоны и электроны, при благоприятных условиях, снова образуют атомы материи, а атомы материи—мировые тела. Вот эволюция вещества во вселенной.

Вся материя вселенной образована из протонов и электронов. Эволюция вселенной заключается в колебаниях этого запаса протонов и электронов. При этих колебаниях возможно появление новых центров сгущения протонов и электронов, т. е. возникновение метеоритных туманностей. Возможно и исчезновение этих центров сгущения, т. е. распад атомов на протоны и электроны.

„Начало и конец миров“. Как мы уже знаем, атомы радия постоянно распадаются (см. гл. XII). Изучая распад радия, делают предположения о продолжительности жизни и остальных химических элементов. Можно думать, что наиболее „стойкие“ химические элементы живут сотни и тысячи миллиардов лет, пока они не распадутся на отдельные протоны и электроны.

На основании подсчетов такого рода *Нернст* и *Джинс* определили, что жизнь звезды продолжается в среднем *несколько биллионов лет* (биллион—миллион миллионов), т. е. через биллионы лет звезда „сойдет на-нет", иначе говоря—рассыплется на отдельные протоны и электроны. Такова „естественная смерть" звезды—„смерть от старости".

Но бывает также и „катастрофическая смерть" звезды. Потухшее небесное тело может столкнуться при своем движении в пространстве вселенной с другим темным или светлым небесным телом, или только очень близко пройти мимо. В этих обоих случаях—от столкновения или от приливного разрыва оба эти небесные тела образуют, как мы знаем, „новую звезду", окруженную туманностью.

Может произойти также столкновение или встреча такого темного тела с темной метеоритной туманностью. Если эта туманность достаточно плотная, а скорость движения тела и туманности достаточно большая, то удары метеоритов будут разогревать попавшее в их среду темное тело и обратят его в светящуюся газовую туманность.

Таким образом, охладевшее темное небесное тело представляет собой как бы высохшую семенную коробку, наполненную спелыми семенами—протонами и электронами. Достаточно небольшого прикосновения или удара, как эта „семенная коробка" лопается и из нее вылетают ее „семена"—протоны и электроны, из которых потом „вырастают" новые миры.

Как в случае естественной смерти, так и в случае катастрофической—от столкновения или приливного разрыва, небесное тело распадается на протоны и электроны, на тот строительный материал, из которого созидаются новые миры. Продукты разрушения одного мира служат для созидания нового мира.

Во вселенной постоянно происходит возникновение и разрушение миров. Одни умирают, а другие рождаются. Для одних катастрофа—столкновение и встреча—это „конец жизни", для других же это является „началом жизни". Во вселенной ничто не гибнет, а только преобразуется и обновляется.

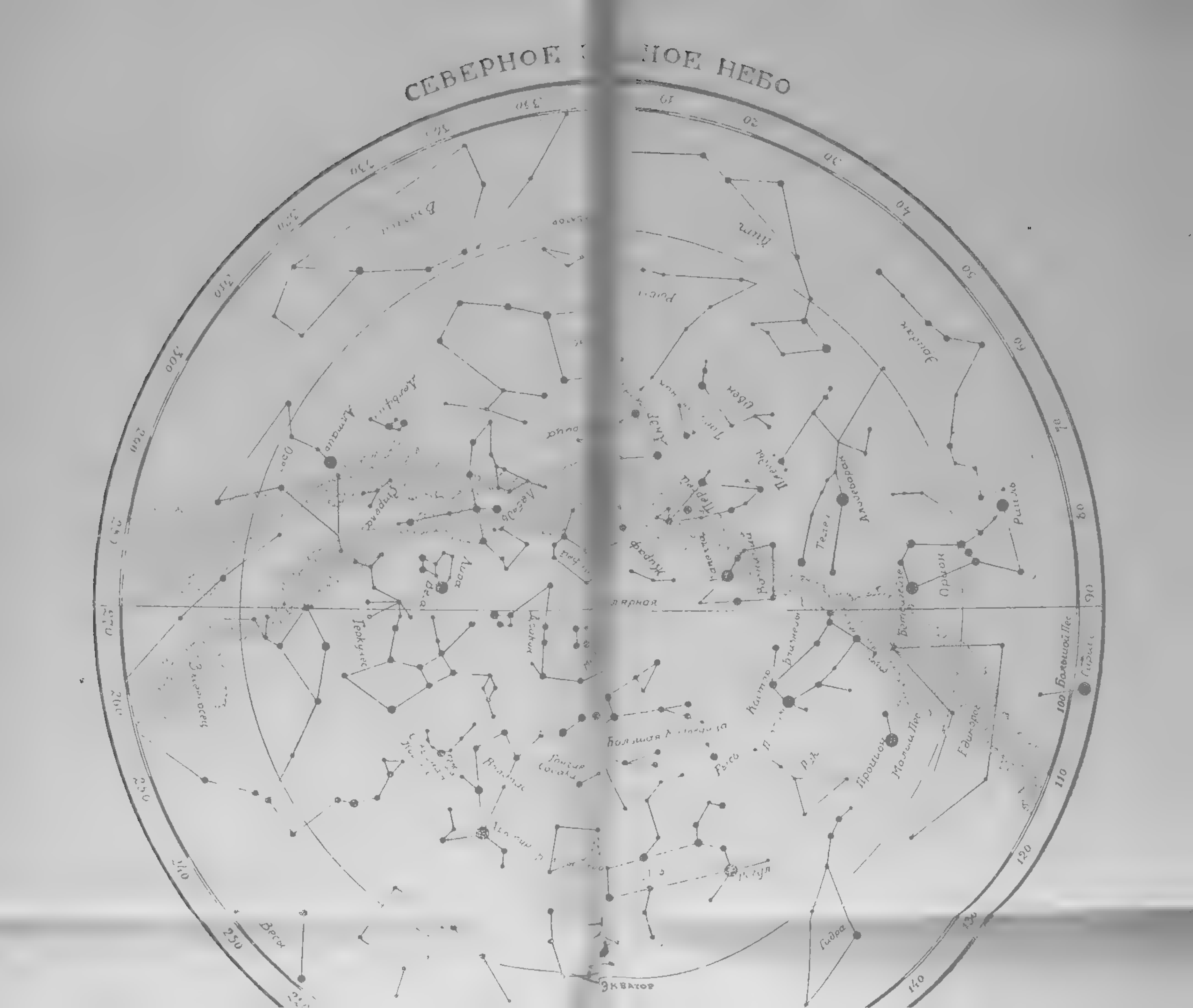
Все во вселенной постоянно эволюционирует, а мировые катастрофы—эти мировые революции—лишь ускоряют эволюционный процесс развития миров. Нет гибели и смерти, нет „начала" и „конца" миров.

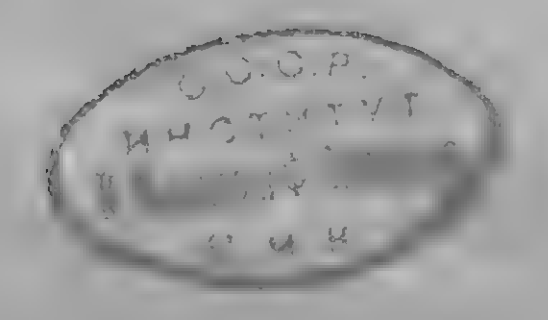
ПОСОБИЯ.

1. *Аррениус*. Жизненный путь планет. Гиз. 1923.
2. *Баев*. Марс и жизнь на нем. Москва. 1924.
3. *Баев*. Об эволюции небесных тел. Пгр. 1922.
4. *Баев*. Жизнь миров. Москва. 1925.
5. *Баев*. Происхождение Земли и планет. Харьков. 1926.
6. *Баев*. Начало и конец мира. Москва. 1927.
7. *Вороницын*. История атеизма. Москва. „Атеист“. 1929.
8. *Высоцкий*. Что мы знаем о Марсе. Лгр. 1924.
9. *Высоцкий*. Вестник далеких миров. Лгр. „Прибой“. 1926.
10. *Гензелин*. Загадки Марса и его история. Лгр. „Прибой“. 1926.
11. *Гель*. Глубины небес. Лгр. Гиз. 1927.
12. *Гурев*. Мироведение безбожника. Гиз. 1929.
13. *Дарвин*. Приливы. Москва. Гиз. 1923.
14. *Давидович*. Физика вселенной. Лгр. Гиз. 1926.
15. *Джинс и Эддингтон*. Современное развитие космической физики. М. Гиз. 1928.
16. *Идельсон*. История календаря. Лгр. 1925.
17. *Каменьщиков*. Солнце красное. Лгр. Изд. „Книга“. 192[illegible].
18. *Каменьщиков*. Мироздание. Лгр. Гиз. 10-е изд. 1930.
19. *Каменьщиков*. Начальная астрономия. Лгр. Гиз. 1924.
20. *Каменьщиков*. Планеты. Лгр. „Образование“. 1926.
21. *Каменьщиков*. Картины безбожного мира. Лгр. „Кр. Газ.“. 1930.
22. *Каменьщиков*. Что видели на небе попы, а что видим мы. Москва. „Атеист“. 2-е изд. 1930.
23. *Каменьщиков*. Лекции по вопросам мироздания. Лгр. 1930.
24. *Кандидов*. Легенда о Христе в классовой борьбе. Москва. 1929.
25. *Каптерев*. Земля и вселенная. Лгр. Гиз. 1926.
26. *Классики естествознания*. Классические космогонические гипотезы. Гиз. 1923.
27. *Костицын*. Происхождение вселенной. Москва. Гиз. 1926.
28. *Леви-Брюль*. Первобытное мышление. М. „Атеист“. 1930.
29. *Ленин*. Собр. соч. т. XIII. Гиз. 1928.
30. *Мейер*. Начало и конец мира. Лгр. „Прибой“. 1926.
31. *Михайлов*. Строение и эволюция вселенной. Москва. 1929.
32. *Мультон*. Введение в астрономию. Москва. Гиз. 1925.
33. *Мутье Руссо*. Существовал ли Иисус Христос. Москва. 1929.
34. *Ньюкомб*. Популярная астрономия. Лгр. „Прибой“. 1925.
35. *Оппенгейм*. Астрономическое мировоззрение. Берлин. 1923
36. *Перельман*. Межпланетные путешествия. Лгр. 1929.

37. *Полак.* Планета Марс и вопрос о жизни на ней. Москва. 1925.
38. *Полак.* Происхождение вселенной. Москва. 1926.
39. *Рожицын.* Святая пасха. Москва. „Пролетарий“. 1929.
40. *Рожицын.* Золотая легенда. Москва. „Безбожник“. 1930.
41. *Рубакин.* Что такое кометы? Пгр. Гиз. 1919.
42. *Рубакин.* Путешествие на край света. Пгр. Гиз. 1919.
43. *Румянцев.* Происхождение пасхи. Москва. „Атеист“. 1929.
44. *Сухов.* Религия в свете современного знания. Гиз. Укр. 1923.
45. *Теория относительности и материализм.* Лгр. Гиз. 1925.
46. *Татулов.* Введение в теорию познания диалектического материализма. М. Гиз. 1930.
47. *Урсынович.* Происхождение христианства. Москва. 1930.
48. *Фабр.* Звездное небо. Изд. „Московский Рабочий“. 1924.
49. *Фрэзер.* Золотая ветвь. Москва. „Атеист“. 1928.
50. *Эддингтон.* Звезды и атомы. Гиз. Москва. 1928.
51. *Энгельс.* Диалектика природы. М. Гиз. 1929.
52. *Юнг.* Солнце. Гиз. 1923.
53. *Ярославский.* Как родятся, живут и умирают боги и богини. Москва. „Кр. Новь“. 1923.




СЕВЕРНОЕ
НОЕ НЕБО
Экватор
Гидра
Регул
Процион
Малый Пёс
Большой Пёс
Орион
Ригель
Телец
Альдебаран
Бетельгейзе
Близнецы
Кастор
Геркулес
Лира
Вега
Жираф
Кит
Змееносец
Большая М
Полярная
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
110
120
130
140
250
270
300
330
340


С.С.С.Р.
ИНСТИТУТ

ОГЛАВЛЕНИЕ.